سلسلة كيف ولماذا

النُّجُوم

تعريب : دكتور ثابت أمين



تأليف : نورمان هوس
رسوم : جيمس بونتر
اشراف : دكتور بول بلاكوود

مقدمة

إن هذا الكتاب عن « النجوم » أحد أجزاء سلسلة كتب « **كيف ولماذا** » المصممة لفتح باب المعرفة العلمية أمام شباب القراء . ولقد أعد هذا الكتاب ليساعد الشباب على استكشاف عجائب الكون بطريقة منظمة ، ولسوف يساعدهم على اكتشاف ما عرفه علماء الفلك ــ القدامى والمحدثون ــ ويحث الأطفال على إثارة أسئلة جديدة وليس لها جواب . وذلك بالروح العلمية الأصيلة .

لقد كان لاستكشاف النجوم سحره دائماً للناس في كل مكان . وربما كان سبب ذلك أن جيراننا في السماء يكونون جزءاً هاماً في حياة كل فرد منا . فيمكن لكل شخص أن يرفع بصره إلى السماء ، ومع ذلك « فمجرد النظر » لا ينبؤنا بكل ما نريد أن نعرفه عن آلاف المجرات غير المعروفة وعن اتساع الكون الذي يفوق كل تصور . وهكذا نجد أنفسنا محاطين بشعور من الاستغراب والفزع . ولقد كانت هذه هي الحال دائماً .

ومع ذلك فإذا كان « مجرد النظر » لا يعطينا الاجابات على جميع أسئلتنا ، فعلينا أن نلجأ إلى مستودع المعرفة الهائل الذي جمعه الفلكيون . فلقد استخدموا أجهزة خاصة وعلوم الرياضيات بالاضافة إلى أعينهم الخبيرة . للحصول على الاجابات . وتحتوي الصفحات التالية على الكثير مما عرفوه .

ولسوف يعين هذا الكتاب الشباب على مشاهدة السماء باحترام زائد لما هو معروف وتقدير أعظم لما لم يعرف بعد .

بول أ. بلاكورد

محتويات الكتاب

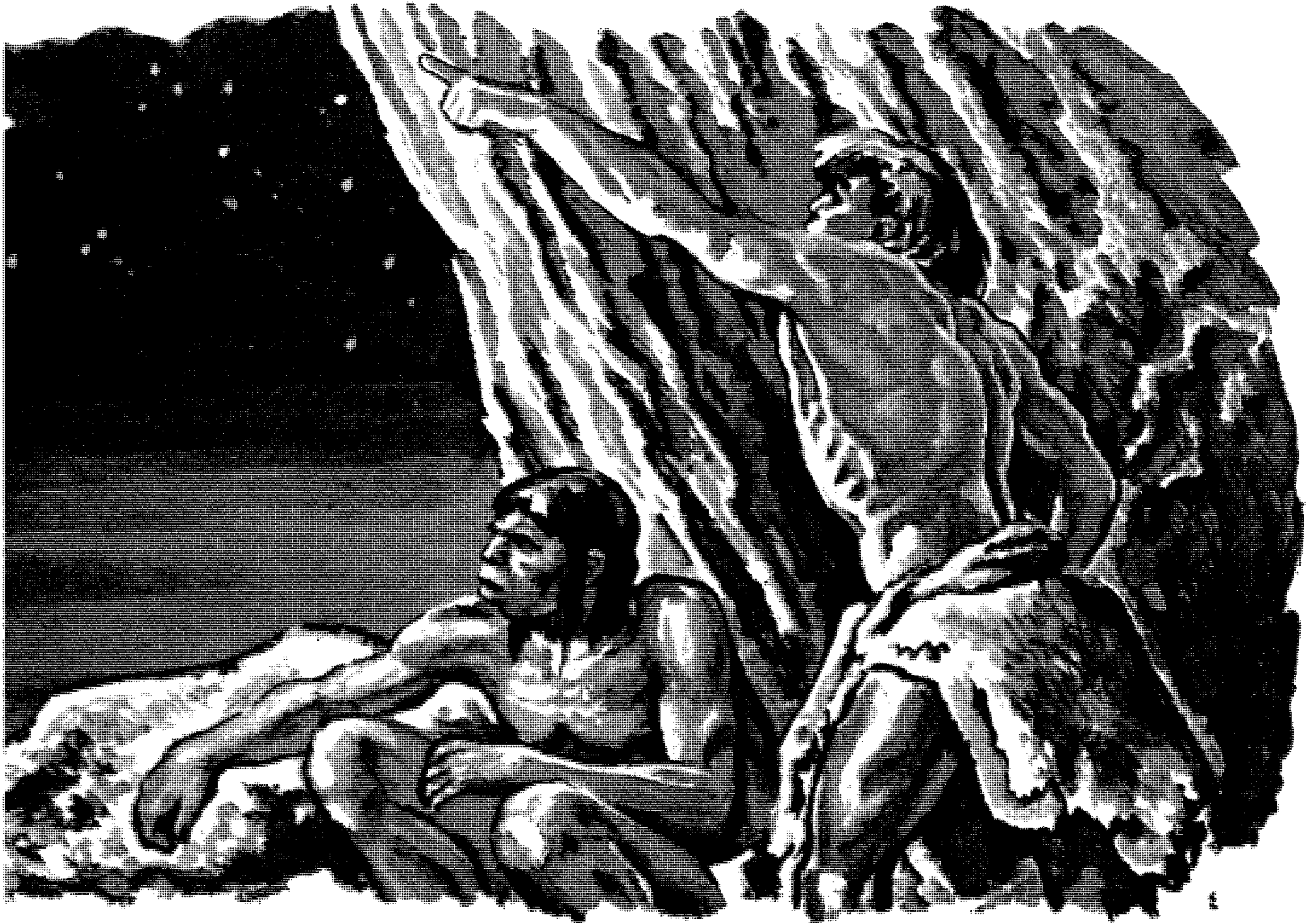
أضواء في السماء

ماذا يمكن أن نرى في السماء ؟

إذا رفعت بصرك إلى السماء في ليلة صافية ، فماذا ترى ؟ إنك ترى ألوفاً من الأضواء تلمع على خلفية داكنة قاتمة اللون ، والآن دعنا نتخيل أننا لا نعرف شيئاً عنها إلا ما نراه فعلاً ، وبهذا يسهل علينا أن نفهم ما الذي جال بخاطر الناس عندما بدأوا التفكير في أضواء السماء هذه ، وكيف أنهم وضعوا الحقائق العجيبة ـ والأفكار التي توصلوا إليها شيئاً فشيئاً وفي بطء ـ بعضها مع بعض حتى صنعوا منها علماً هو علم الفلك[1] .

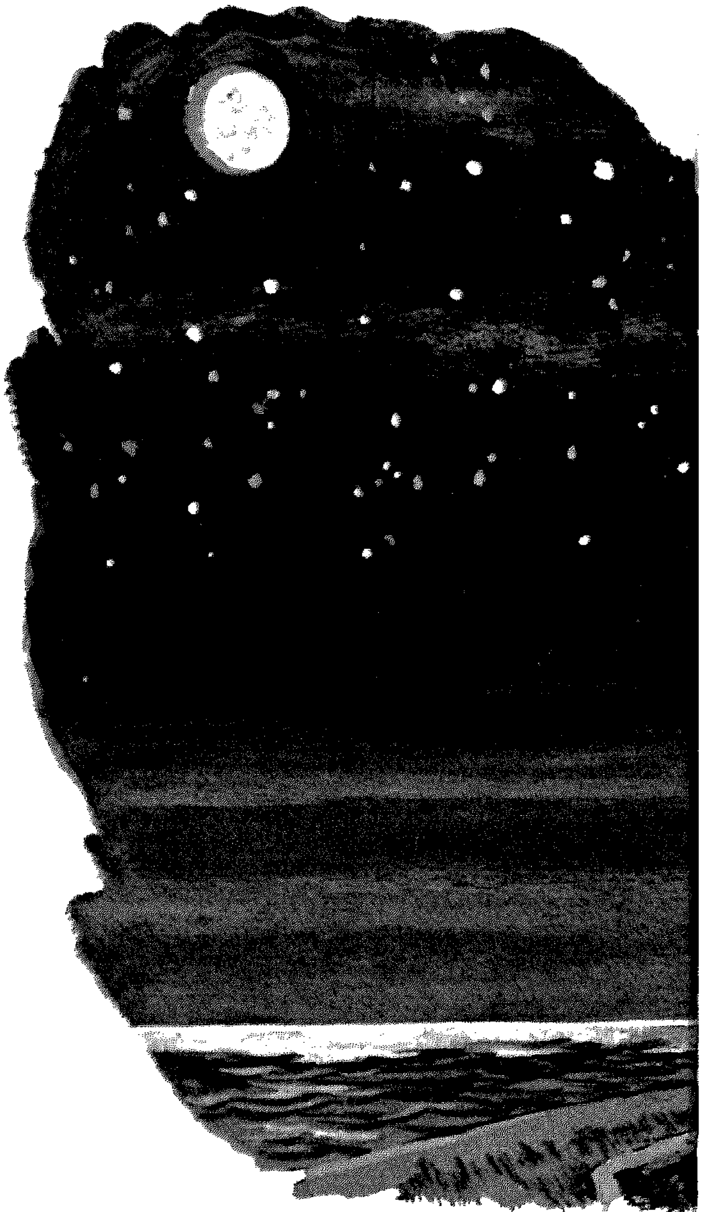
فإذا فرضنا أننا واقفون في مكان خال من المباني والاشجار والجبال وكل ما قد يحجب عنا رؤية السماء ، كما لو كنا مثلاً على سطح سفينة تمخر عباب المحيط ، فإن السماء حينئذ ستبدو لنا كما رآها الإنسان الأول ، فمنذ الآف السنين لم تحدث أية تغييرات في شكل السماء لمن ينظر إليها بالعين المجردة .

وفيما عدا هذه السفينة ـ التي افترضنا أننا نركبها ـ لن نرى سوى الماء والسماء ، وسيبدو لنا المنظر وكأننا وحدنا في منزل خال شكله بسيط للغاية ، فسطح المحيط هو أرضيته وهي تشبه دائرة مسطحة ، ويخيل إلينا أننا في مركز هذه الدائرة بالضبط ، وأن منزلنا الخيالي هذا تغطيه قبة هائلة ، فالسماء تظهر لنا كما لو كانت نصف



كرة مفرغة أو « سلطانية » ضخمة مقلوبة فوق اسطوانة مسطحة هي الأرض . وإذا تلفتنا حولنا في كل اتجاه نستطيع أن نرى أين تبدو السماء وهي تتقابل مع الأرض في دائرة ، ونحن نطلق اسم « الأفق » على هذه الدائرة .

وعندما نتطلع إلى الأفق في أي اتجاه ــ ناظرين إلى أعلى ــ نرى أضواء النجوم في قمة السماء ، وفي بعض الليالي يظهر القمر فتختفي أضواء النجوم الخافتة ولا تبقى إلا النجوم اللامعة ، وفي الليالي الحالكة نرى شريطاً من الضوء بلون اللَّبَن يمتد عبر جزء من السماء ، وفي النهار لا نرى سوى ضوء الشمس المبهر للبصر .



ماذا كانت عقيدة الانسان البدائي عن السماء ؟

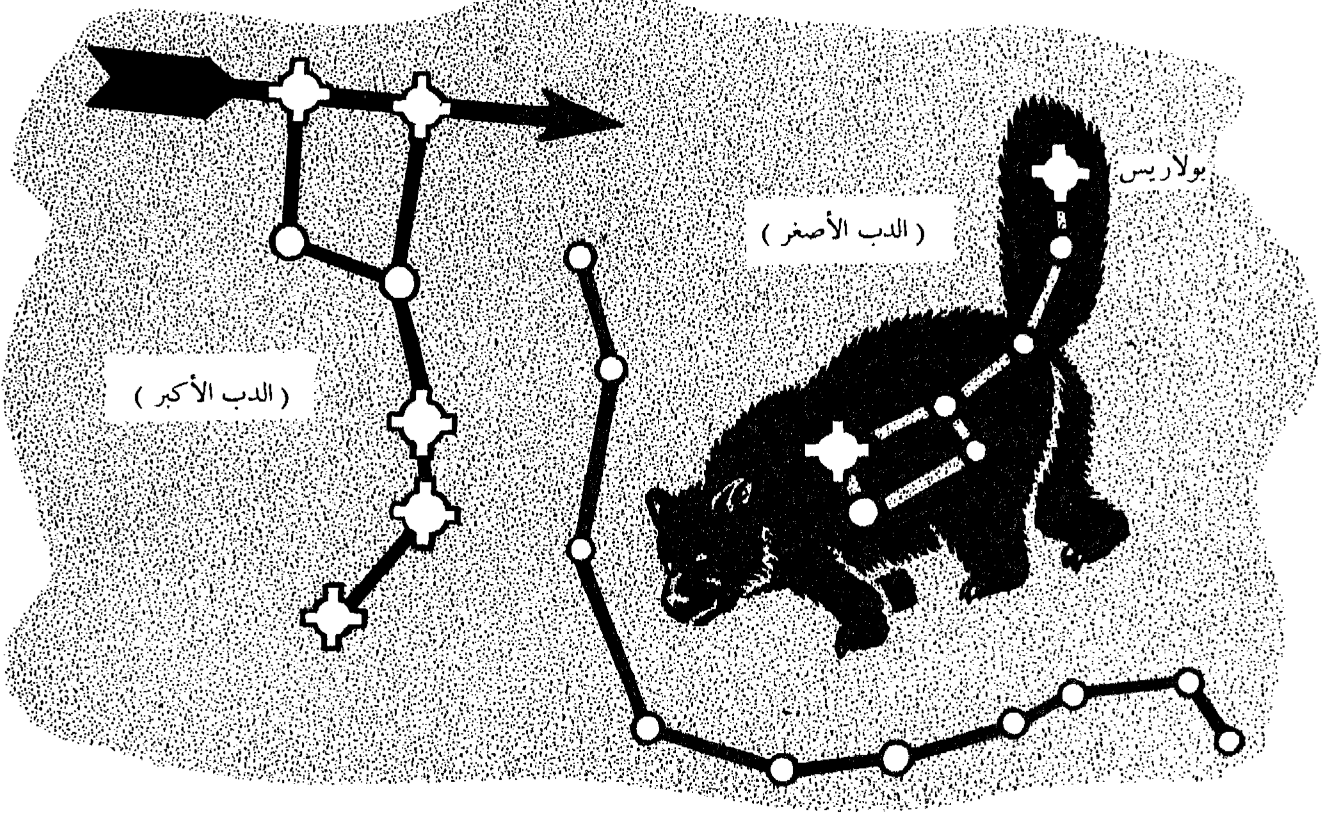
هكذا كان الكون يبدو للشعوب البدائية ، وهكذا كانت عقيدتهم عنه : فقد اعتقدوا أن الأرض مسطحة ، وأن الأفق هو حافة الأرض لأنهم لم يستطيعوا أن يروا أي شيء بعده كما اعتقدوا أيضاً أن السماء هي سقف العالم الذي يشبه القبة .

وقد ظن بعضهم أن النجوم أضواء ملتصقة بالسماء ، كما نرى الآن المصابيح الكهربائية مرتبطة بسقف حجرتنا ، واعتقد آخرون أن هناك فردوساً فوق السماء ، وأن النجوم ثقوب في القبة يتسلل منها ضوء الفردوس .

كانت هذه فكرة الإنسان الأولى عن الكون (تعنى هذه الكلمة وتتضمن كل شيء موجود) . ونحن نعرف الآن ، أن كل هذه المعتقدات الأولى ليست حقيقية ، لأنها كانت معتمدة على ما يمكن أن يرى . فلو لم يكن هناك من يكشف لنا ما عرفه الناس لبدأنا بنفس تلك الآراء عن الكون .

ماذا ذكرت الأساطير عن السماء ؟

لم يقنع الأقدمون بهذا الوصف للنجوم بالوقوف عند « **كيف** » ، ولكنهم أرادوا تفسير « **لماذا** » وفي محاولتهم هذه ألفّوا قصصاً أطلق عليها اسم الأساطير وكانت عن الآلهة والأبطال . وكانت هناك أساطير عديدة عن السماء انتشرت بين مختلف الشعوب في أماكن مختلفة ، وقد حاولت الأساطير تفسير ظواهر أشياء مثل : لماذا تشرق الشمس وتغرب ؟ ولماذا يبدو القمر وكأنه يغير مظهره من ليلة إلى أخرى ؟



ساعدت تسمية تشكيلات النجوم الناس على تذكرها واستخدامها لمعرفة الطريق ليلاً . لاحظ كيف أن « النجوم المؤشّرة » في كوكبة الدب الأكبر تساعدك في العثور على « بولاريس » نجم الشمال المعروف باسم « النجم القطبي » .

ولا تهمنا الآن التفاسير التي تقولها الأساطير عما يحدث في السماء ، ولكننا نقرأ تلك الأساطير اليوم لأن بعضها يعد قصصاً بديعة تحكي لنا بأعمق صدق عن طبيعة البشرية ، ولكننا نهتم في هذا الكتاب بالأساطير لسبب واحد فقط ، وهو أنها أمدتنا بخريطة للسماء ما زال الفلكيون يستخدمونها حتى اليوم مع تعديلات طفيفة .

ما هي الكوكبات ؟

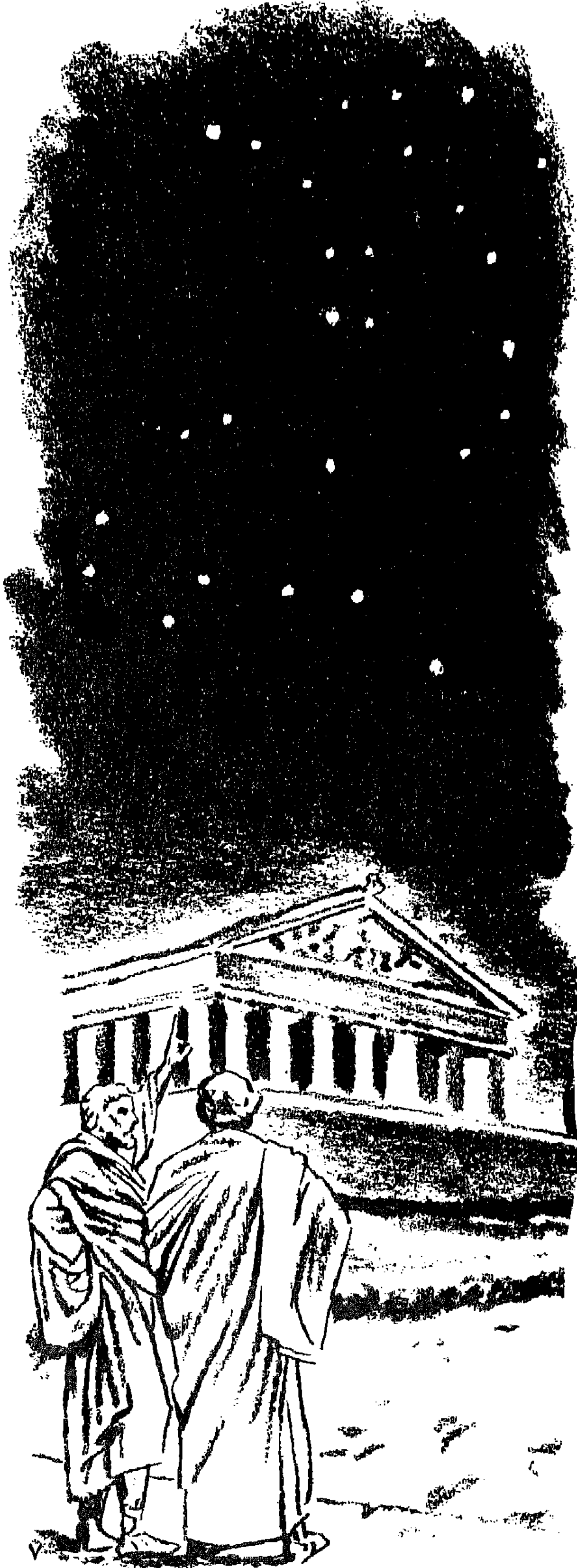
إن أول ما تلاحظه عند ما تتطلع إلى النجوم أن بعضها أكثر لمعاناً من بعضها الآخر . وأنت تلاحظ بعد ذلك أن النجوم اللامعة تصنع اشكالاً يسهل عليك أن تتذكرها.ويطلق على هذه الأشكال اسم « الكوكبة » أو مجموعة النجوم الثابتة ، وقد أطلق اليونانيون القدماء (الإغريق) أسماء على هذه الكوكبات ، وألفوا الأساطير عنها ، وما أن أطلقوا الأسماء على الكوكبات حتى رسموا خريطة للسماء ، وكانت تماماً كخريطة للولايات المتحدة تبين أن مدينة شيكاغو تقع في ولاية ايللينوى . وتظهر خريطة الكوكبات أن بولاريس (النجم القطبي أو نجم الشمال) هو أحد نجوم كوكبة الدب الأصغر . ولكن لا تتوقع أن تتعرف على الكوكبات من أسماء المخلوقات التي أطلقت عليها ، وستجد في هذا الكتاب خرائط للنجوم والكوكبات التي تضم كلاً منها .

وفي الوقت الذي استطاع فيه الإنسان أن يلاحظ أن مجموعة من النجوم تشكل كوكبة ، وضع عينه على اكتشاف هائل . لقد اكتشف أن النجوم تتحرك ، فقد ثبت له من كثرة التطلع إلى السماء أن كوكبة معينة يمكن أن تنتقل إلى أنحاء مختلفة من السماء في أوقات مختلفة . ولكنه لاحظ أيضاً

أن شكل المجموعة ذاتها لا يتغير أبداً ، وأن نجوم المجموعة تبدو كما لو كانت تتحرك مع بعضها . وبدا واضحاً للإنسان الأول أن السماء ذاتها تتحرك ، وأن جميع النجوم مرتبطة بها ، ولكن هل ينطبق هذا على جميع النجوم ؟ كلما زاد القدماء من مراقبتهم للسماء اكتشفوا أن عدداً قليلاً من أكثر النجوم لمعاناً لا تلتزم بالبقاء في كوكبة معينة ، وأن هذه النجوم اللامعة يمكن أن ترى في أوقات مختلفة من السنة وقد دخلت في كوكبات مختلفة . وقد أطلق قدماء اليونان ، الذين عرفناهم باسم الإغريق ، كلمة « بلانيتيس » على هذه النجوم اللامعة ، وحرَّف الرومان الكلمة إلى « بلانيتا » ، وهي بالانجليزية والفرنسية الآن « بلانيت » ، وأطلق الفلكيون العرب عليها « النجوم الهائمة » أو « السيَّارة » ، وهي اللفظة المستخدمة إلى الآن .

كيف أطلقت الأسماء على الكواكب أو النجوم السيَّارة ؟

استطاع الإغريق أن يروا ـ بأعينهم المجردة طبعاً ـ خمسة من النجوم السيارة ، وأطلقوا عليها أسماء بعض آلهتهم ، وتستخدم اللغات الأجنبية الآن الأسماء الرومانية المقابلة ، فمثلاً « زيوس » الإغريقي هو « جوبيتر » الروماني الذي أطلق العرب عليه اسم المشتري ، وكانوا يعتقدون أنه رئيس الآلهة وحاكمهم ، و « فينوس » الرومانية آلهة التفتح والجمال وحامية الحدائق والبساتين هي « أفروديت » الإغريقية آلهة الحب ، وهي « الزهرة » عند العرب ، ومعنى الكلمة الحسن والبياض الجميل . و « مارس » إله الحرب الروماني ، هو « آرس » الإغريقي ، وهو « المريخ » العربي ، ثم « ميركوري » الروماني رسول الآلهة ، هو « هيرمس » الإغريقي ، وعطارد العربي ، و « ساتيرن » الروماني ملك العصر الذهبي القديم ، وإلـه الزمن ، هو الإله الإغريقي « كروناس » ،



الذي أسماه العرب « زحل » .

وقد شاهد مراقبو السماء القدامى أيضاً بعض الأضواء التي تبرق عبر السماء ثم تختفي ، وقد ظنوا أنها « نجوم تسقط من السماء » .

وفي بعض الأحيان شاهدت الشعوب القديمة ضوءاً لامعاً له ذيل طويل متوهج ، وتظهر هذه المذنبات (أي النجوم ذات الذنب كما يطلق عليها) في فترات متباعدة تعد بعشرات السنين . وعادة لا يراها إنسان أكثر من مرة واحدة في حياته ، وحتى عهد قريب كان الناس يفزعون عندما يظهر النجم ذو الذنب ، إذ يظنون أن نهاية العالم قد دنت .

وهكذا فإن كل شيء ـ ما عدا الأقمار التي صنعها الإنسان ـ تستطيع أن نراه في السماء بالعين المجردة ، كان معروفاً للإنسان القديم ، من شمس وقمر ونجوم ، إلى « الطريق اللبني » أو « سكة التبانة » كما أطلق عليه الغرب ـ لأنه يشبه السكة أو الطريق الذي يسير فيه حاملو التبن فيتساقط منهم بعضه بلا نظام ، والنجوم فيه كثيرة متناثرة أو متكاثفة بلا نظام ـ ثم النجوم السيارة ، والشهب أو النيازك وهي ما نطلقه الآن على ما كانوا يظنونه « نجوم تسقط من السماء » ، ثم المذنبات .



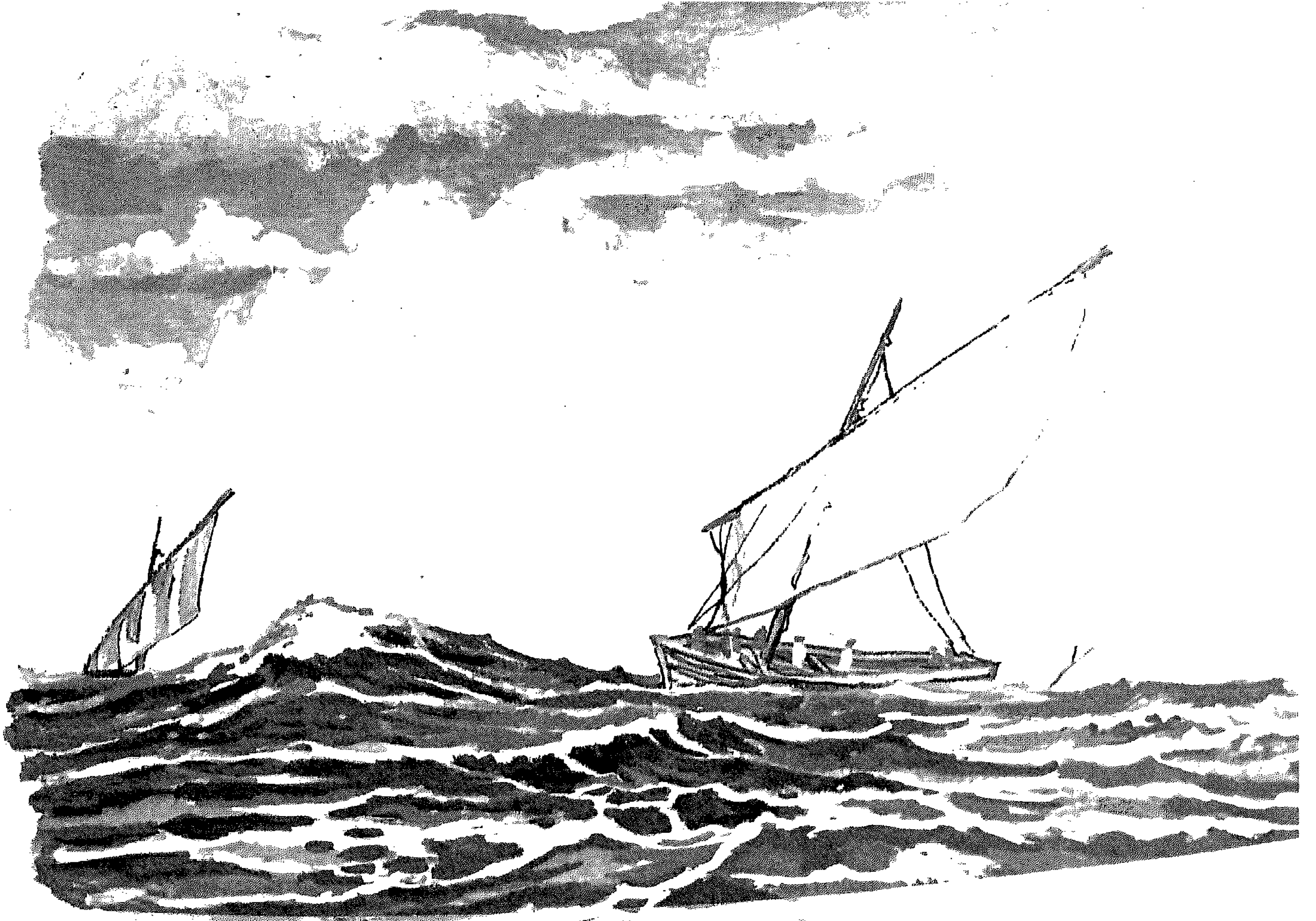
عندما كانت مذنبات كهذه تظهر في السماء ، كان القدماء يفزعون !

الأرض والسماء

متى بدأ الانسان يخمن أن الأرض مستديرة ؟

عاش خلال القرن السادس قبل الميلاد ، في اليونان ، عدد من الرجال أطلقوا على أنفسهم اسم الفلاسفة ، وقد حاولوا تفسير حقائق الطبيعة بدون استخدام القصص التي جاءت في أساطير الأقدمين .

واعتماداً على حقيقة أن الشمس والقمر والنجوم تغرب في الغرب ثم تشرق في الشرق في اليوم التالي ، اعتبر هؤلاء الرجال أن كل شيء في السماء يجب أن يسير حول الأرض يومياً ، وقد لاحظوا أيضاً ، أن بعض النجوم ، في الشمال ، لا تغرب أبداً ، ولكنها تتحرك في دوائر ، حول النجم



عندما يتحرك القارب بعيداً ، فإن شراعه يبدو وكأنه « يغرق » ويغوص تحت الأفق ، وهذا يبين أن الأرض منحنية .

الشمالي (النجم القطبي) « بولاريس » . وبدا واضحاً لهم أن السماء ليست وعاء يشبه نصف الكرة ، كما كانت تبدو للإنسان البدائي ، ولكنها كرة كاملة .. كرة مجوفة .

وفي العلوم ، تؤدي الفكرة إلى فكرة أخرى ، وفكرة الكرة السماوية ، كما كان يطلق على كرة السماء ، أدّت إلى اكتشاف أكثر أهمية . وكان منطق الفلاسفة ، أنه إذا كانت السماء كرة فإنه يبدو من الملائم أو المناسب ، أن يكون شكل الأرض كروياً ، وكانت هذه الفكرة تدرس بمعرفة قِلّة من الفلاسفة منذ القرن الخامس قبل الميلاد ، أي قبل ألفي سنة من إثبات سفن « فرديناند ماجلّان » أن الأرض كروية بقيام تلك السفن برحلة بحرية حولها .

ولقد لفت العلماء الأنظار إلى حقائق مألوفة كانت تظهر أن الأرض ذات سطح منحن ، فعندما تختفي سفينة ما عند الأفق ، فإنهم أشاروا إلى أن صاريها يظل مرئياً فترة من الوقت بعد أن يختفي جسم السفينة عن الأنظار ، وكأنما كانت السفينة تصعد تَلّاً ثم تهبط على سفحه الآخر .

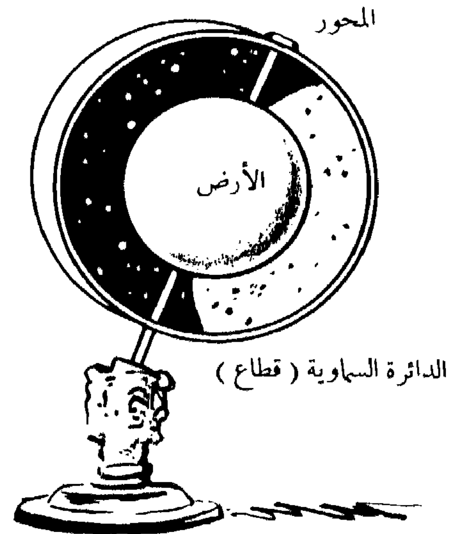
وقبل ظهور المسيح بأكثر من قرنين من الزمان ، استطاع يوناني يدعى « إيراتوستينس » ، كان يعمل أميناً لمكتبة المتحف الكبير بالأسكندرية ، في مصر ، أن يحسب المسافة التي تحيط بالأرض

في دقة تقرب من الكمال .

كيف صور علماء الفلك القدامى الكون ؟

ولقد اكتملت النظرة القديمة للكون بالعمل الذي قام به عالم الفلك الكبير بطليموس ، الذي عاش في الأسكندرية في القرن الثاني بعد الميلاد ، ويظهر تلك النظرة في النموذج (المنشور مع هذا الكلام) ففي الوسط توجد الكرة الأرضية ، ومن حولها الكرة الأكبر للدائرة السماوية ومحورها (أو الخط الذي تدور حوله) يمتد خلال مركز الأرض وقد ثبتت النجوم في الدائرة ، بحيث أنها وهي تدور من الشرق إلى الغرب ، تدور معها النجوم حول الأرض مرة كل أربع وعشرين ساعة .

وهذه النظرة إلى الكون تفسر حركات النجوم تفسيراً مرضياً ، رغم أنها لم تكن صحيحة ، وهو أمر كثيراً ما يحدث في العلوم ، غير أن بطليموس عجز عن تفسير شيء واحد ، وهو حركات الكواكب ، فقد وضع صورة معقدة تكشف عن براعة ملموسة ، للكيفية التي تتحرك بها الكواكب ، غير أنها لا تنطبق تماماً على الحقائق .. لقد كان بطليموس مخطئاً في مسألتين حيويتين : فقد كان



نموذج للفكرة القديمة عن الكون .

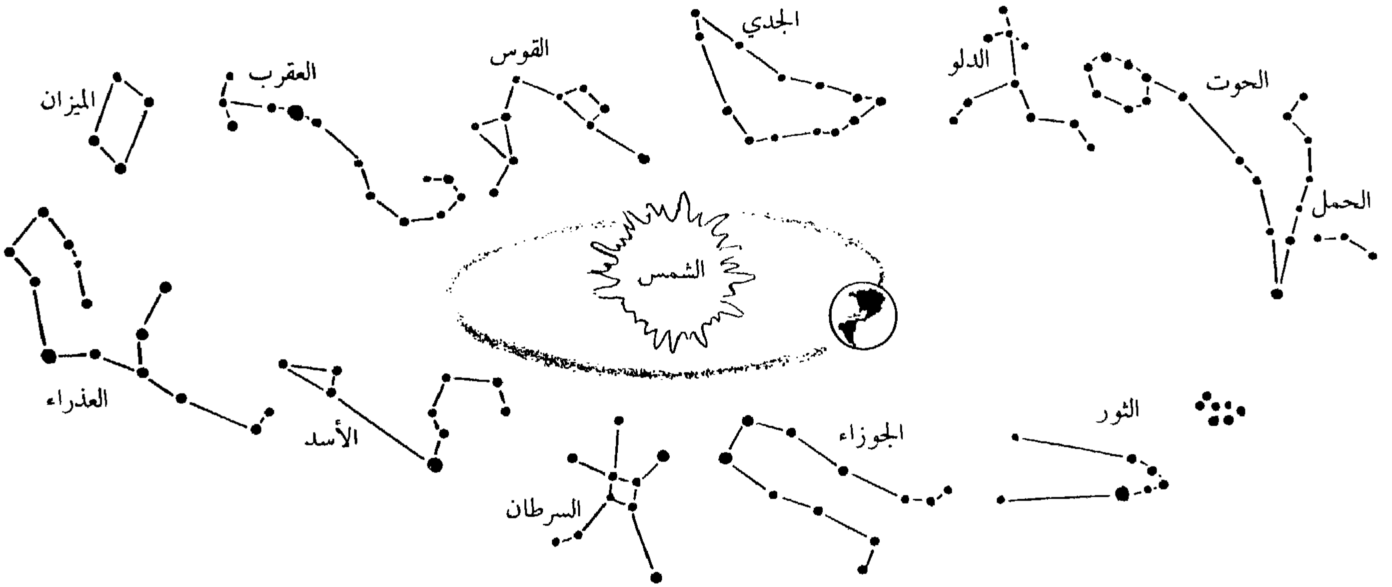


رغم أننا لا نستطيع أن نشعر بما يحدث ، فإن الأرض تندفع بسرعة خلال الفضاء .

يظن أن الأرض هي مركز الكون ، كما اعتقد أن الأرض ساكنة لا تتحرك ، في حين أن كل شيء آخر يتحرك من حولها .

ومن الغريب أن رجلاً واحداً كانت لديه الردود الصحيحة على هاتين النقطتين قبل بطليموس بحوالي خمسمائة عام . فقد افترض فيلسوف يدعى « أريستا ركوس » أن الحركة الظاهرة للنجوم سببها دوران الأرض حول محورها ، بل إنه افترض أيضاً أن الأرض تدور حول الشمس ، ولم يكن غريباً أن يتجاهل الناس أفكاره هذه ، إذ أن من الصعب الاعتقاد بأننا نركب فوق سفينة فضاء دوارة حول نفسها تمرق حول الشمس .

علم الفلك ... وعلم التنجيم



اثنتا عشرة كوكبة تشكل دائرة في السماء تعرف باسم « منطقة البروج » وإذ تتحرك الأرض حول الشمس ، تبدو الشمس وهي تشرق وتغرب في جزء من السماء تحدده واحدة بعد الأخرى من هذه الكوكبات .

وهكذا ظلت الصورة القديمة للكون دون تغيير أو شك فيها حوالي ١٥٠٠ عام، وقد تظن أن الناس إنما فقدوا الاهتمام بالنجوم ، ولكن ذلك لم يكن صحيحاً ، فإن بعض الأشخاص كانوا يرقبون السماء باهتمام عميق طوال العصور الوسطى ، وإن كانوا لم يقوموا باكتشافات كما فعل الإغريق ، لأنهم لم يكونوا يهتمون بعلم الفلك ، بل كان اهتمامهم بعلم « التنجيم » .

ما هو « علم » التنجيم ؟

« وعلم » التنجيم هو منهج ، أو نظام قديم أو طريقة للسحر ، وكان « علماء » التنجيم ـ أو المنجمـون ـ يعتقدون أن في إمكانهم التنبوء بما سوف يقع ، عن طريق دراسة مواقع الشمس والقمر والكواكـب ، وقد قام علم التنجيم على أساس حقيقة أن مسارات تلك الأجسام كانت مقصورة على شريط ضيق من السماء .. هذا الشريط أطلق عليه اسم « منطقة البروج » وقد قسم إلى اثني عشر جزءاً تسمى البروج ، وأطلق على تلك البروج أسماء الكوكبات التي توجد في تلك المناطق الإثنتي عشرة من السماء . وبسبب « التمايل » في حركة الأرض فإن تلك الكوكبات لم تعد الآن تشاهد في البروج التي تحمل أسماءها ، غير أنه ما زال هناك أناس يؤمنون بالتنجيم .

وإذا لم تقم بدراسة السماء دراسة دقيقة ، وتطبق علوم الرياضيات على ما تراه فسيكون من السهل عليك أيضاً أن تصدق أن أفكار « علم » التنجيم هي حقائق مثل حقائق علم الفلك ، فقبل أن يثق الناس بالوسائل العلمية ، كانوا لا يجدون ما يبرر تقبلهم لما يقوله لهم علماء الفلك ، لأن الفلك يعالج حقائق لا تتضح في الحياة اليومية ، فليس في استطاعتك أن تحضر نجماً إلى المعمل ، ولكنك تستطيع فقط أن تدرس نوره .

النظام الشمسي أو « المجموعة الشمسية »



يجب ألا نشعر بالدهشة عندما نعلم أن أول محاولة لتغيير النظرة القديمة للكون قد قوبلت بمعارضة قوية ، وكان « نيكولاوس كوبرنيكس » – وهو راهب بولندي – أول من خالف علناً النسق المقبول لدى الناس . ولكن كتابه لم ينشر إلا قبل وفاته بأيام قلائل في عام ١٥٤٣ ، ومن ثم فقد تولى آخرون غيره مهمة الدفاع عن آرائه .

كيف غَيَّرَ كوبرنيكس نظرة الناس إلى الكون ؟

بعد أن درس كوبرنيكس الكواكب سنوات عديدة ، انتهى إلى أن حركاتها لا يمكن أن تفسر إلا بطريقة واحدة : لقد قرر أن الأرض نفسها هي إحدى الكواكب ، وأنها جميعاً تدور حول الشمس ، ولكنه عجز عن إثبات فكرته لأن عمليات رصد السماء لم تكن دقيقة في ذلك

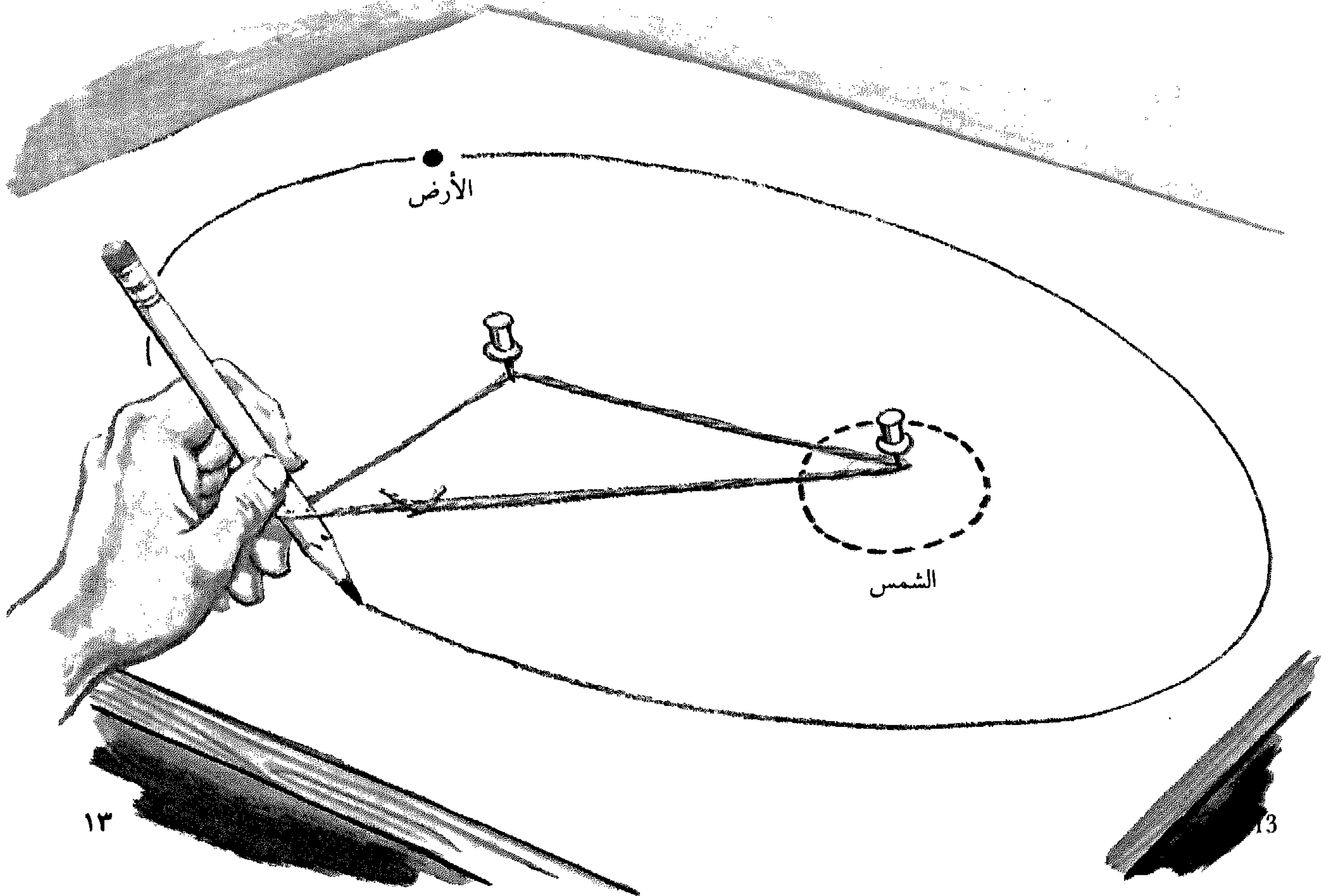
الحين ، غير أنه استطاع أن يضع الترتيب الصحيح للكواكب في بعدها عن الشمس .

وكان العالم الإيطالي الكبير « جاليليو » هو الذي تحمل عبء الدفاع عن نظرية كوبرنيكس ، فقد استطاع بمساعدة « التلسكوب » أو المجهر ـ الذي كان قد اخترع حديثاً حينذاك ـ أن يضيف أدلة جديدة تدعم النظام أو المنهج الجديد ، وكتب ببلاغة دفاعاً عنه . وقد أودع السجن في النهاية عقاباً على تدريسه لأفكاره . ولما كان جاليليو شيخاً عليلاً فقد أجبر على أن ينكر أن الأرض تتحرك حول الشمس ، غير أن عمله كان قد تم فعلاً ، وأخذت أعداد متزايدة من العلماء تعتنق وجهة نظر كوبرنيكس عن الكون .

وكانت عمليات الرصد التي قام بها عالم الفلك الهولندي «تايكوبراهي» في صبر بالغ ، هي التي أتاحت في النهاية وضع صورة دقيقة « للمجموعة الشمسية » ، كما يطلق على الشمس وكواكبها .

ومن السلسلة الطويلة لعمليات الرصد الدقيقة التي قام بها براهي ، استطاع « يوهان كيلر » في عـام ١٩٠٩ أن يحسب ويقدر أن مسارات الكواكب حول الشمس ليست دائرية ـ كما افترض كوبرنيكس ـ إذ وجد كيلر أن هذه المدارات كانت دوائر مفلطحة بصورة طفيفة ـ وهو الشكل الذي يعرف باسم «البيضاوي» ـ ويبين الرسم والكتابة التي تحته طريقة بسيطة لرسم شكل بيضاوي ، وتوجد الشمس في هذا

لكي ترسم مداراً بيضاوياً ، ضع مسمارين صغيرين برؤوس مفلطحة تفصل بينهما مسافة مناسبة ، واصنع عروة من « الدوبار » كما هو ظاهر في الرسم ، وكلما كانت العروة أكبر ، كان الشكل البيضاوي أكبر مساحة . ضع قلماً من الرصاص داخل العروة،واسحب الدوبارة براحة .. وإذا جعلت العروة مشدودة بإحكام فإن القلم لا يستطيع أن يتحرك إلا في مسار واحد فقط . هذا المسار هو الشكل البيضاوي ، وكلما كان المسماران أكثر قرباً ، بدا الشكل البيضاوي أكثر شبهاً بالدائرة .

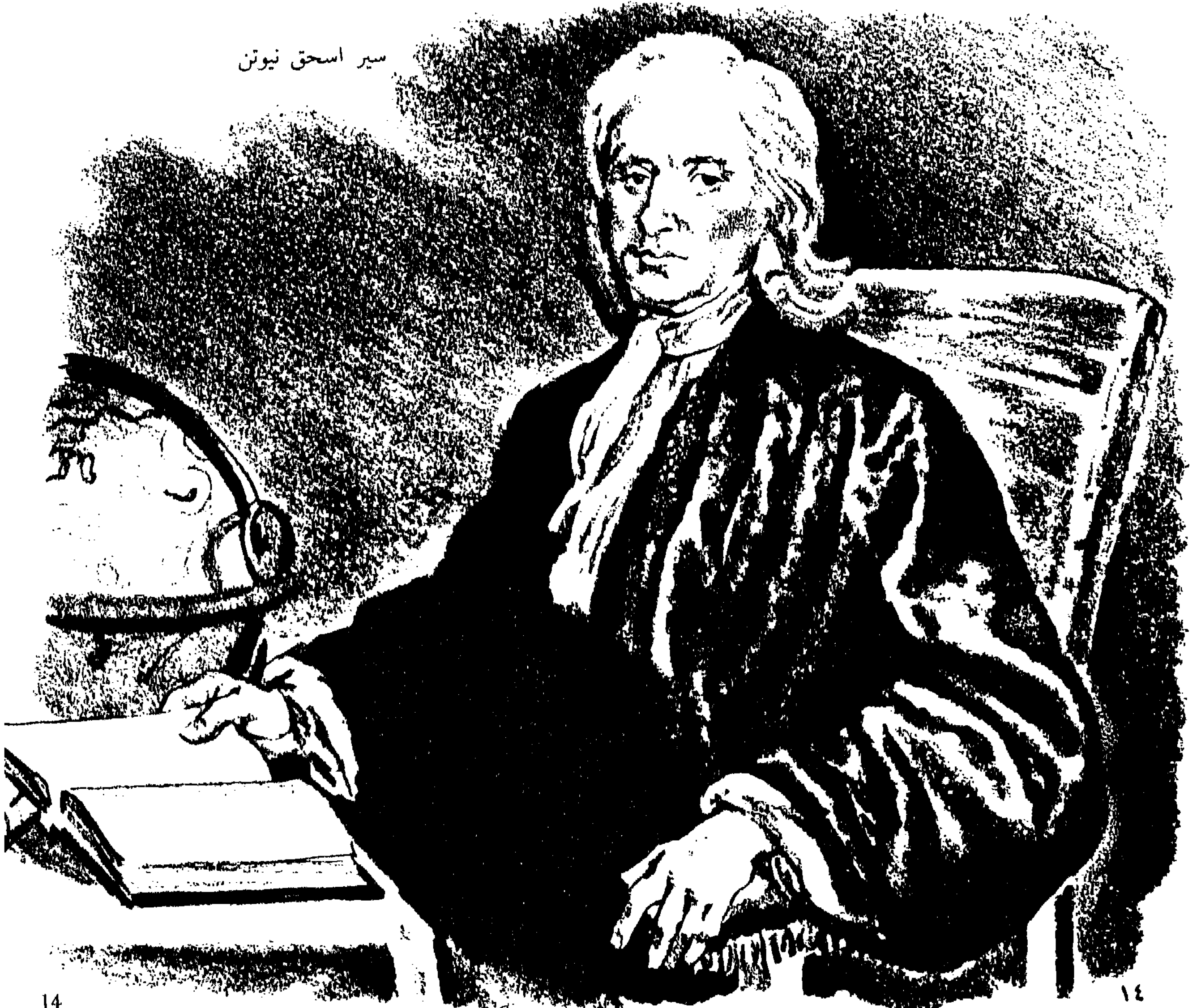


الرسم في إحدى النقطتين المعروفتين باسم « البؤرة » والمشار إليهما في الرسم بواسطة مسمارين صغيرين .

كيف تتماسك المجموعة الشمسية ؟

وبقي بعد ذلك على « اسحق نيوتن » أن يفسر لماذا تتحرك الكواكب بهذا الأسلوب وفي هذا التشكيل ، وما الذي يجعل النظام الشمسي أو المجموعة الشمسية بأسرها متماسكة في صورتها تلك ؟ . لقد ذكر نيوتن أن كل جزء من المادة يجتذب كل جزء آخر ، وأطلق على هذه القوة اسم « الجاذبية » . ولم يحاول أن يذكر ما هي « الجاذبية » ، ولكنه أظهر بالرياضيات كيف تعمل بالضبط . قال إن قوة « الجاذبية » بين جسمين تكون أكبر كلما كانا « أثقل » وزناً – أي كلما زادت « الكتلة » التي يتكونان منها – ويزداد « الجذب » كلما كانت الأجسام أكثر قرباً .

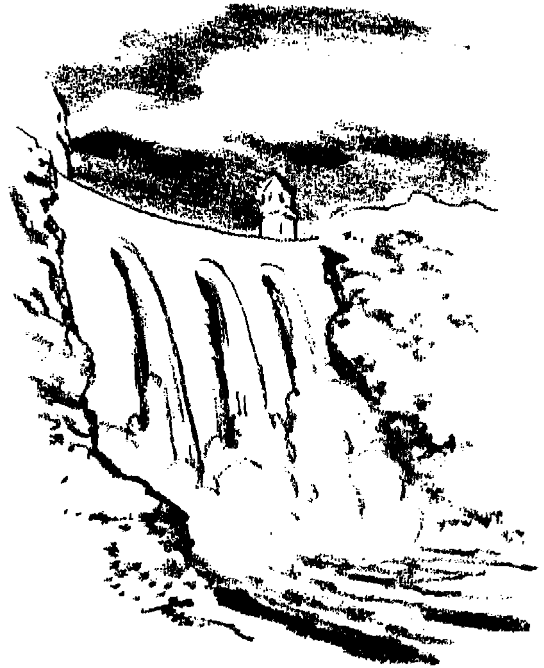
وقد يكون من الطريف الاستمرار في متابعة القصة ، خطوة خطوة ، لبيان كيف قام الناس معاً بتجميع معلوماتهم عن السموات ، غير أن هذا العمل سوف يتطلب كتاباً ضخماً ، فلقد قام عدد متزايد من العلماء منذ عهد نيوتن بالمزيد من الاكتشافات .


سير اسحق نيوتن

الشمس

ينبغي علينا بطبيعة الحال أن ننظر أولاً إلى الشمس ، ثم إلى أسرة الشمس من الكواكب ، التي يعد كوكبنا الأرض عضواً فيها . ويطلق على هذه الأسرة اسم « النظام الشمسي » أو المجموعة الشمسية Solar System وكلمة Solar الانجليزية مشتقة من كلمة Solus اللاتينية ومعناها الشمس .

وطوال العصور ـ وإلى أن أطلق الإنسان الطاقة الذرية لأول مرة في الأربعينات ـ كانت الشمس محطة القوى الوحيدة للأرض . إن كل الطاقة الممكن استخدامها على الأرض مستمدة من الشمس ، فعندما كان الإنسان البدائي يحرق كتلة من الخشب ، فإنه كان يطلق بذلك طاقة من أشعة الشمس اختزنت في الخشب بواسطة عمليات الحياة في الشجرة .. وكذلك فإن الطاقة المستمدة من الطعام الذي نأكله يمكن إرجاعها إلى الشمس بنفس الطريقة . والكهرباء التي تنتج من سقوط الماء عند أحد السدود هي طاقة من



إن البقع الشمسية التي تبدو هنا ، هي عواصف هائلة تغطي مناطق أكبر من قطر الأرض . والتوهجات حول الحافة هي انفجارات كبيرة لغازات متقدة طولها آلاف الأميال .

الشمس لأن حرارة الشمس عليها أن ترفع الماء إلى أعلى بالتبخير قبل أن يتسنى له السقوط عائداً إلى الإرض في صورة مطر ثم ينحدر إلى الأنهار .

لماذا لا تحترق الشمس تماماً ؟

ظل الناس قروناً طويلة يتساءلون في عجب : كيف تستطيع الشمس أن تستمر في إخراج كل هذا القدر من الطاقة الحرارية دون أن تحترق تماماً ؟ .. والإجابة التي نعرفها الآن هي أن الشمس لا تحترق تماماً ، وأنها فرن للطاقة الذرية ينتج طاقته بنفس العملية التي تتم في القنبلة الهيدروجينية .

والسؤال المباشر الذي يأتي بعد ذلك هو : « لماذا لا تنفجر الشمس كقنبلة هيدروجينية ؟ » والرد على ذلك هو : « لأنها بالغة الضخامة » .. ولعلك تذكر أن نيوتن اكتشف أن كل ذرة من المادة تجتذب كل ذرة أخرى ، وفي الشمس عدد **هائل**



البقعة السوداء تمثل حجم الأرض بالنسبة لقطاع بسيط من سطح الشمس .

من الذرات بحيث أن جذب كل منها للآخر يبلغ من القوة حداً يكفي لمقاومة القوى الخيالية التي تدفع الذرات بعيداً بعضها عن بعض وهي قوى أكبر من تلك التي في القنبلة الهيدروجينية .

ما هو حجم الشمس ؟

إذا كانت الشمس – كقنبلة هيدروجينية عظمى – من الضخامة بحيث لا يمكن أن تفجر نفسها ، فمن الواضح إذن أنه من الصعب تخيل حجمها بالمقاييس الأرضية إن الشمس أكبر من الأرض أكثر من مليون مرة ، إذ يبلغ طول قطرها نحو ٨٦٤ ألف ميل مقابل ٧٩٢٧ ميلاً هي طول قطر الأرض . غير أن الشمس ليست أثقل من الأرض مليون مرة ، إذ أن كتلتها تزيد على كتلة الأرض حوالي ٣٣٢٠ ألف مرة فقط (وتبدو كلمة « فقط » مضحكة بالنسبة لرقم يعني من حيث وزن سطح الأرض رقم ٤٣٨٠ وإلى يمينه ٢٧ صفراً آخر من الأرطال) ولا بد أن تكون الشمس مكونة من مادة أخف من مادة الأرض ، ولو كانت الأرض في ضخامة حجم الشمس لبلغ وزنها أربعة أمثال وزن الشمس !

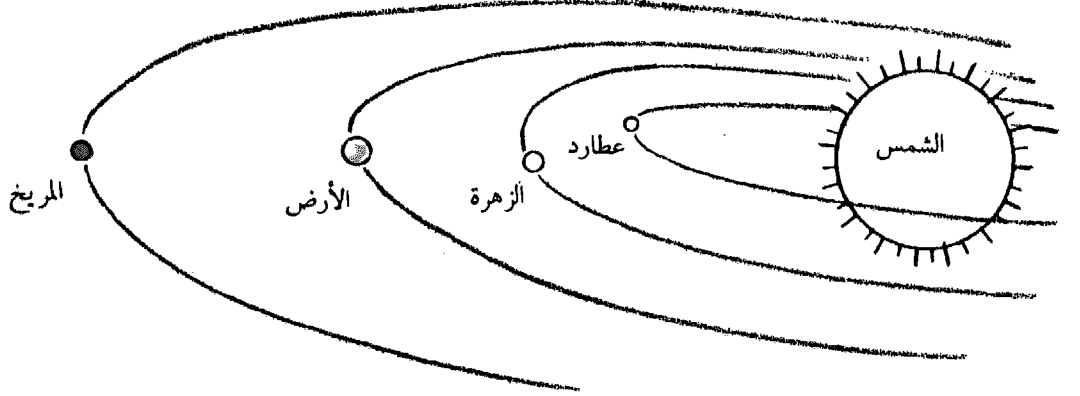
من أي شيء تكوّنت الشمس ؟

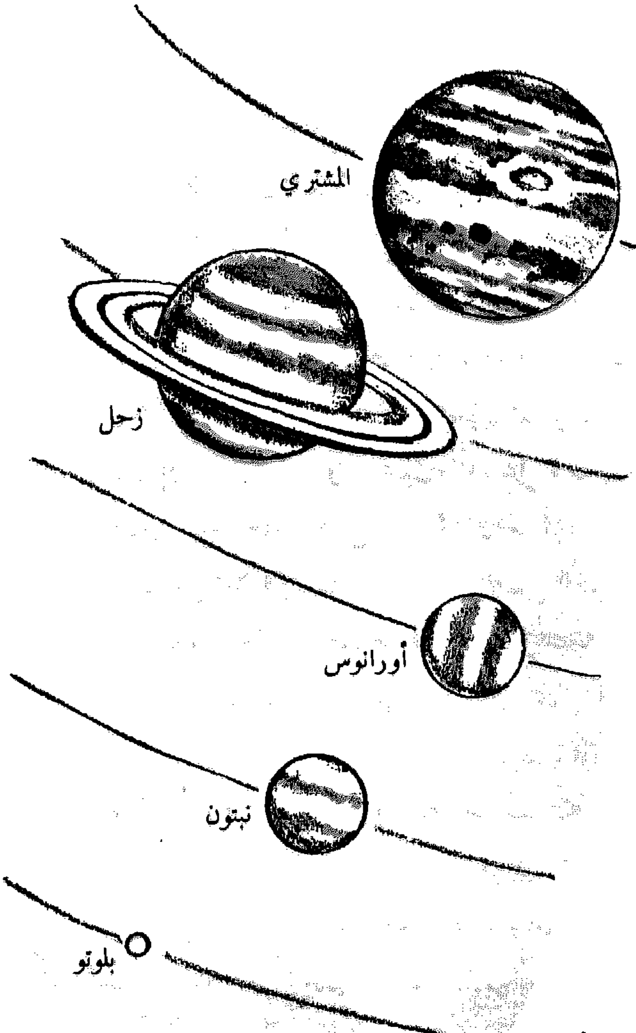
السبب في ذلك – خفة وزن الشمس – هو أن الشمس كلها غازية . وقد يكون من العسير أن تتصور كرة من الغاز في الفضاء فإن فكرتنا عن الغاز أنه مادة تتطاير أو تهرب أو تتسرب إذا لم تحتفظ بها داخل شيء مغلق ، مثل الغاز الموجود في بالونات الأطفال .... غير أن الجاذبية – مرة أخرى – هي التي تجعل الغاز يتماسك في الشمس ، تماماً كما أن الجاذبية هي التي تجعل الأرض تحتفظ بطبقة الهواء التي حولها . وجاذبية الشمس أكبر كثيراً من جاذبية الأرض ، فإن قوة اجتذاب ذرّات الشمس نحو مركزها تضغطها إلى حد أن جزءاً من مركز الشمس أثقل من كتلة من الحديد بنفس الحجم ، ومع ذلك فإن مركز الشمس لم يتحول بالضغط إلى نواة صلبة أو حتى سائلة ، فإن الحرارة داخل الشمس تمنع وجود أي شيء في حالة صلبة أو سائلة .

ما هي درجة حرارة الشمس ؟

إن الحرارة في مركز الشمس قدرت بحوالي ٣٥ مليون درجة بمقياس « فارنهيت» الذي يستخدمه رجال الأرصاد الجوية ، وكلما ابتعدنا عن المركز نحو الخارج انخفضت الحرارة تدريجياً حتى تبلغ عند « السطح » – وهو وجه الشمس الذي نحصل منه على حرارتنا – أحد عشر ألف درجة .

الكواكب السيارة





إن الأحجام المقارنة للشمس والكواكب والمسافات التي تفصل بينها لا يمكن إظهارها في صورة واحدة ، وذلك لأن الشمس أكبر إلى حد كبير من الكواكب ، والمسافات بين الكواكب شاسعة إذا قورنت بأحجامها . وتظهر الأحجام النسبية والمسافات في صور مستقلة على صفحة تالية .

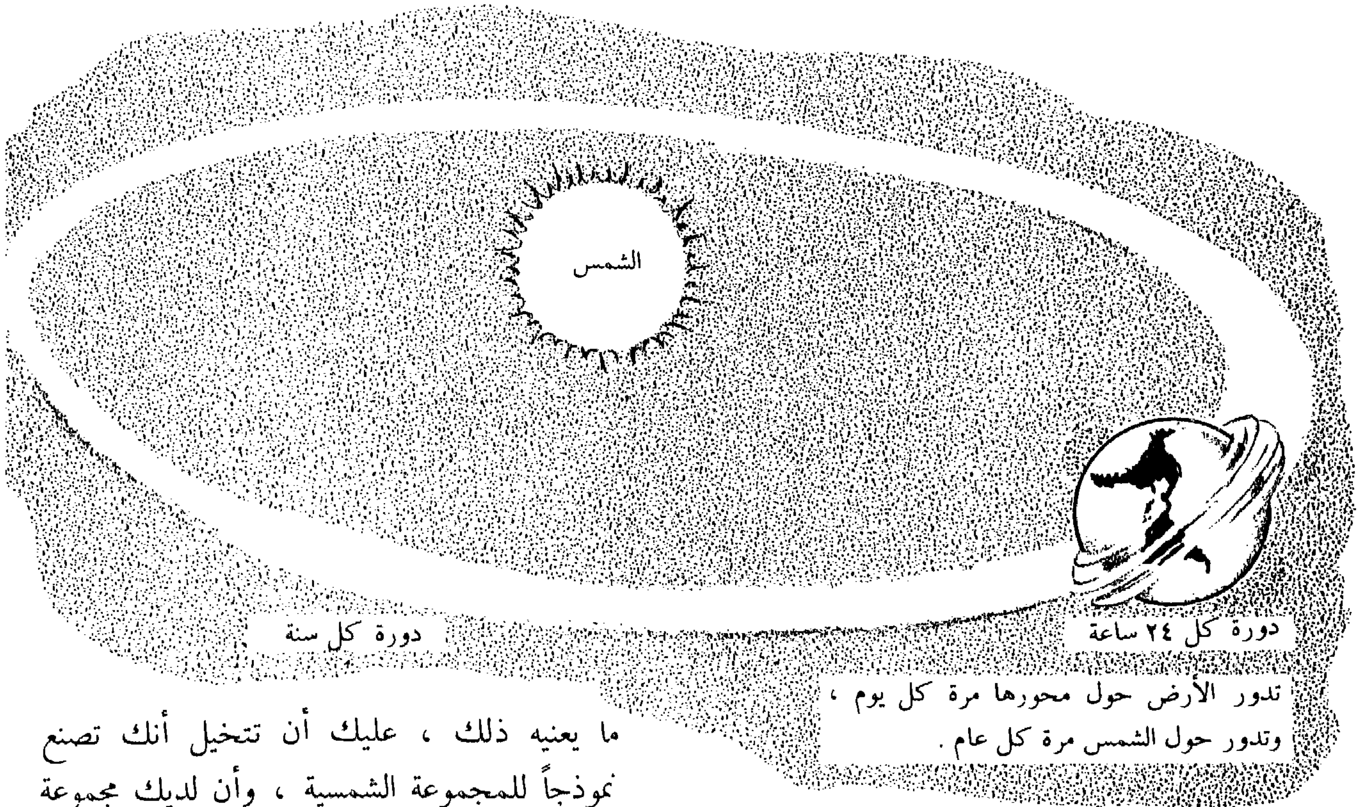
كيف تسطع الكواكب ؟

لو استطعنا أن نقف في الفضاء الخارجي لأمكننا أن نرى نقاطاً صغيرة جداً من الضوء حول كرة الشمس الضخمة المتوهجة .. تلك هي الكواكب . إنها لا تشع ضوءاً من نفسها ، ولا يمكننا أن نراها إلا عن طريق ضوء الشمس الذي تعكسه إلينا هذه الكواكب كما تفعل المرآة .

إننا نعرف الآن تسعة كواكب سيارة ، أحدها الأرض التي نعيش عليها . أما الثمانية الأخرى ، فإن أربعة منها تشبه الأرض شبهاً شديداً فهي كرات من الصخر ذات حجم مقارب لها .. وأما الأربعة الأخرى فإنها تعتبر عمالقة إذا قورنت بالأرض ، وهي مكونة من مادة أخف وزناً بكثير عن مادة الأرض . فإن عطارد والزهرة والمريخ وبلوتو (أو أفلوطون كما يسميه العرب) تسمى كواكب أرضية ، لأنها تشبه الأرض ، والكواكب العملاقة هي المشتري وزحل وأورانوس ونبتون .

كيف تتحرك الكواكب ؟

تتحرك كل الكواكب السيارة حول الشمس في نفس الاتجاه ، وتسمى تلك حركة « دوران »



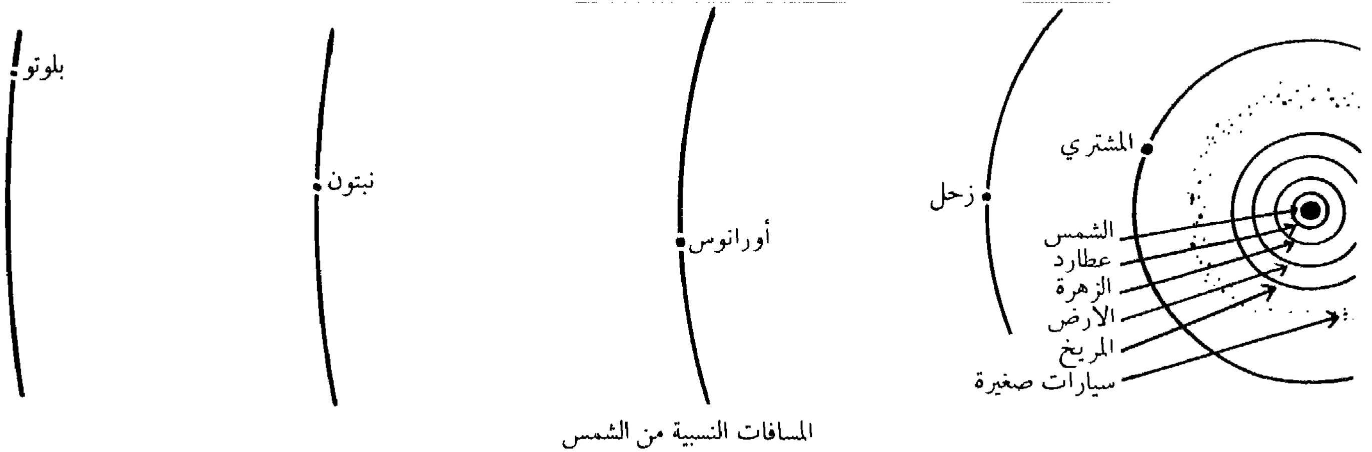
تدور الأرض حول محورها مرة كل يوم ،
وتدور حول الشمس مرة كل عام .

ونحن نقول إن الكوكب « يدور في مداره » .. أي في مساره حول الشمس . وبالاضافة إلى ذلك ، فإن الكواكب تدور حول نفسها مثل « النحلة » ـ أو « الخذروف » ـ التي يلهو بها الأطفال ، ويطلق على هذه الحركة تعبير « دوران حول المحور » ونحن نقول إن الكوكب يدور « حول » أو « على » محوره ، والمحور هو خط وهمي يمر خلال مركزه . وعلى الرغم من أننا لا نستطيع أن نرى بعض الكواكب وهي تدور حول محورها فإن هناك أسباباً مقنعة تدعونا للاعتقاد بأنها كلها تدور في نفس الاتجاه الذي تدور فيه الأرض . (ويعد الكوكب أورانوس حالة خاصة نظراً لأن وضعه مقلوب بحيث أن قطبه الشمالي يكاد يشير إلى مركز الشمس) والشمس أيضاً تدور على محورها ، وإن كان ذلك ببطء أكثر من أغلب الكواكب ، إذ يستغرق دورانها حول نفسها ٣٥ يوماً في المرة الواحدة .

ويقول لنا علماء الفلك إن مدارات كل الكواكب تقع في نفس المستوى تقريباً ، ولتصوير ما يعنيه ذلك ، عليك أن تتخيل أنك تصنع نموذجاً للمجموعة الشمسية ، وأن لديك مجموعة من أطواق صلبة لتمثل مدارات الكواكب ، فإنك إن وضعت الأطواق على المائدة في وضع مسطح ، واحد داخل الآخر ، فسيكون لديك نموذج دقيق إلى حد لا بأس به لمسارات الكواكب .

وتزداد المسافات اتساعاً بين الكواكب كلما زاد ابتعادها عن الشمس وهذه الزيادة في بعد مدار كل كوكب على الكوكب التالي له ، منتظمة بالنسبة للكواكب الأربعة الأقرب إلى الشمس ، غير أن الفجوة تبدو كبيرة جداً بين المريخ والمشتري .

ولقد وضع فلكي ألماني يدعى « بودي » في القرن الثامن عشر سلسلة من الأرقام تمثل المسافات التي تفصل بين الكواكب والشمس ، واكتشف أن المشتري ـ وهو الكوكب الخامس في البعد عن الشمس ـ يحتل المدار الذي كان ينبغي أن يدور فيه الكوكب السادس ، ولم يكن هناك كوكب في المسافة بين المريخ والمشتري ، حيث كان ينبغي أن يكون الكوكب الخامس وفقاً لأرقامه .



المسافات النسبية من الشمس

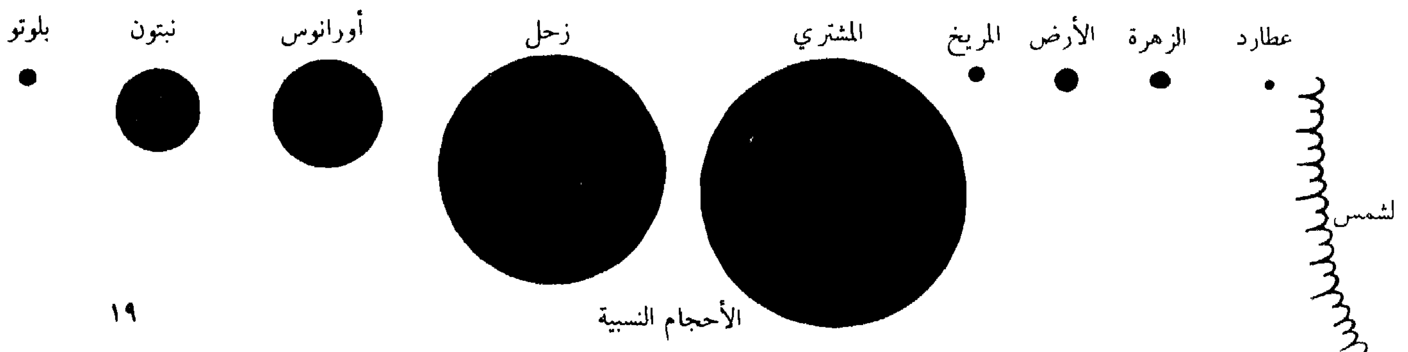
كيف اكتشفت الكوكبات أو السيارات الصغيرة ؟

كان « بودي » على ثقة من أنه لا بد من وجود كوكب آخر في تلك المنطقة . وأخيراً تم في عام ١٨٠١ اكتشاف جسم ضئيل الحجم في مدار يقع بين المريخ والمشتري وأطلق عليه اسم « سيريز » ومنذ ذلك الحين اكتشف في تلك المنطقة أكثر من ١٥٠٠ جسم آخر صغير . وأطلق عليها اسم « نجيمات » أو « كويكبات » أو النجوم السيارة الصغيرة . ولا يزيد عرض (سيريز) وهو أكبرها على ٤٨٠ ميلاً ، وكثير منها لا يتجاوز عرضه أو اتساعه ميلاً واحداً أو أقل .

كيف بدأت المجموعة الشمسية ؟

منذ أمكن فهم حركة المجموعة الشمسية ، أخذ الناس يتساءلون كيف بدأت كل تلك المجموعة ؟ وكان من الواضح أن الشمس وكواكبها ، لا بد أن تكون وثيقة الصلة بعضها ببعض لأنها جميعاً تتحرك معاً بمثل هذه الطريقة المنتظمة . ولقد استطاع علماء الفلك ، بدراسة الضوء المنبعث من الشمس والكواكب ، معرفة المواد التي تكونت منها معرفة جيدة ولم يستطيعوا الكشف عن أي مادة في أي مكان من المجموعة الشمسية ، لا يوجد مثلها على الأرض . والواقع أن أحد العناصر الكيماوية ، وهو الهليوم ـ الغاز المستخدم في بالونات الأطفال ـ اكتشف في الشمس قبل أن يعثر عليه على الأرض .

إن كل شيء يشير إلى الحقيقة القائلة : إن الشمس والكواكب خلقت من نفس الخامات ويرى العلماء أن هناك طريقتين يمكن أن تكون المجموعة الشمسية قد بدأت بهما : كانت النظرية الأولى تقول إنها بدأت بسحابة ضخمة من غازات دوّارة ، وقد أدت قوة الجاذبية إلى ازدياد تقارب ذرات الغاز بعضها إلى بعض ، وعندما تكاثف الغاز وأصبح كالكرة زادت الحركة الدائرية وتركت حلقات من المادة تدور حول نفسها وحول الكتلة الوسطى وما لبثت هذه الحلقات أن تكاثفت لكي تشكل الكواكب ، بينما أصبحت الكرة الوسطى من الغاز هي الشمس .



الأحجام النسبية

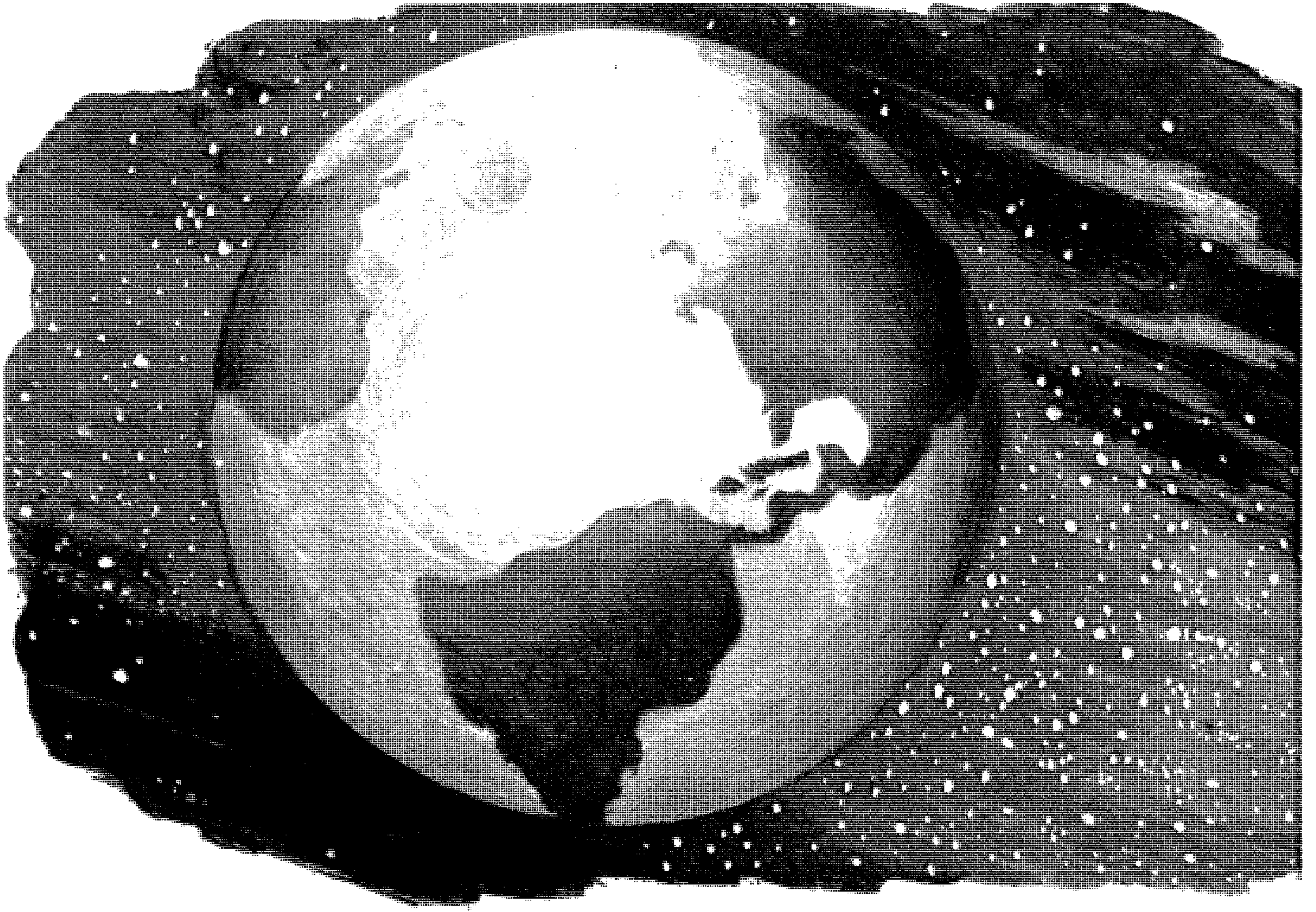
الأرض والقمر

إن أكثر الكواكب أهمية بالنسبة لنا .. هو كوكبنا الأرض ، والأرض هي تقريباً أكبر الكواكب التي أطلقنا عليها اسم « الكواكب الأرضية » ، مما يجعلها الخامسة في الحجم بالنسبة للكواكب التسعة جميعاً ، وأول ما يلاحظه أي مراقب من كوكب آخر ، وليكن الزهرة مثلاً ، أن الأرض لها قمرها ، والواقع أن الأرض والقمر يبدوان من كوكب الزهرة ـ كما لو كانا كوكبين متقاربين .



ما هو الكوكب التابع ؟

خلال الأعوام القليلة الماضية أصبح تعبير « ساتلايت » Satellite أو الكوكب التابع ـ وهو التعبير الذي ترجم إلى « القمر الصناعي » ـ مألوفاً لدى الجميع ، ومعنى هذا التعبير هو أن كوكباً يتبع كوكباً آخر ، ولقد كان القمر أول «كوكب تابع » عرفه الناس . والكوكب التابع كما نعلم جميعاً منذ وضع الإنسان أقماره الصناعية في السماء ، هو جسم يدور في مدار حول جسم أكبر منه . والكواكب هي « أقمار تابعة » للشمس ، في حين أن القمر كوكب تابع للأرض ، وسوف نرى أن هناك كواكب أخرى لها توابع هي أيضاً ، غير أنه ليس بين هذه



الكواكب ماله تابع مثل تلك الضخامة إذا قورن حجمه بحجم كوكبه كما يقارن القمر بالأرض ، فالقمر يبلغ قطره أكثر من ربع قطر الأرض .

لماذا لا يمكننا أن نرى غير جانب واحد من القمر ؟

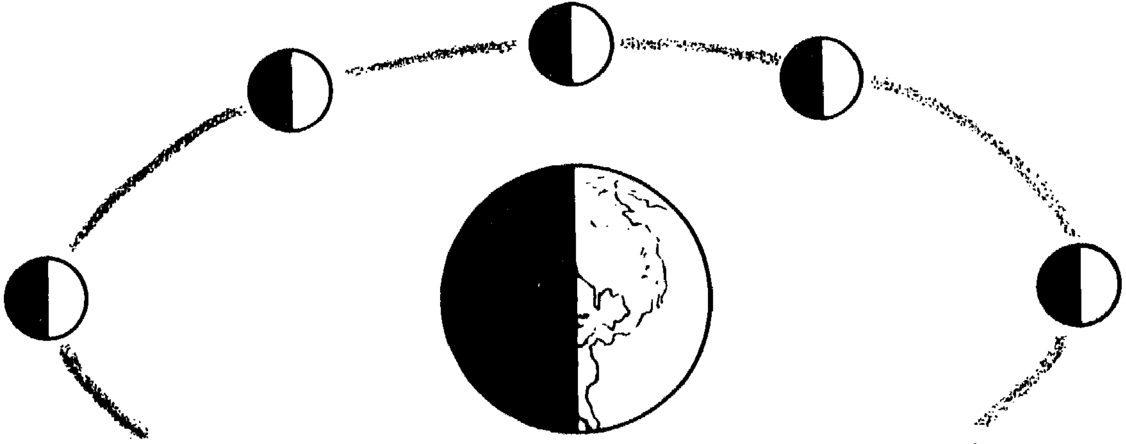
إن أهم ما يجب أن نذكره بشأن حركة القمر ، هو أنه يدور مرة على محوره كلما دار مرة حول الأرض ، وهذا أمر هام ، لأنه يعني أننا لا نرى ـ من الأرض ـ غير جانب واحد للقمر ، وقد لا يبدو بوضوح على الفور سبب ذلك ، غير أنك تستطيع أن تتصوره بسهولة تامة .. خذ جسماً ما وليكن جرة (برطمان) مثلاً تحمل بطاقة على أحد جانبيها لتمثل بها القمر ، ثم قم بتحريكها في دائرة حول جسم آخر ، وليكن زجاجة لبن مثلاً ، بحيث تكون البطاقة مواجهة للزجاجة دائماً ، وسوف تجد أنك لكي تبقى البطاقة التي على الجرة تواجه زجاجة اللبن فإن عليك أن تدير الجرة ببطء ، وهذا الدوران سوف يعادل دورة واحدة كاملة في الوقت الذي يقوم فيه « قمرك » برحلة واحدة كاملة حول زجاجة اللبن التي تمثل « الأرض » إن هذه الموافقة المنسقة المتقنة بين دوران القمر حول محوره ودورانه حول الأرض لم تكن مجرد صدفة ، بل إن دوران القمر حول الأرض قد تباطأ إلى هذه السرعة بسبب جاذبية الأرض عليه .

وأكثر الأشياء التي يمكن ملاحظتها في القمر ونحن نراه من الأرض ، هو شكله الذي يظهر









عندما يكون القمر متجهاً نحو الشمس لا يمكننا أن نراه لأن الجانب المضيء يكون بعيداً عن الأرض.

عندما يكون القمر بعيداً عن الشمس فإننا نرى كل الجانب المضيء.

متغيراً .. إنه ينمو من هلال رفيع يزداد سمكاً ليلة بعد ليلة ، حتى يصبح قرصاً كامل الاستدارة ، ثم يبدأ في الانكماش شيئاً فشيئاً متخذاً ـ بطريقة عكسية ـ نفس الأشكال التي نما بها ، حتى يختفي في النهاية كلية . وتسمى هذه التغيرات في شكله الظاهري « أوجه القمر » ويستغرق القمر ٢٩ ½ يوماً لكي يمر بكل أوجهه ، أي من بدر كامل مثلاً حتى البدر التالي ، ومن تلك الفترة تأتي شهور تقويمنا السنوي .

لماذا « يكبر» القمر و « يصغر» ؟

إن القمر لا يغير شكله بطبيعة الحال حقيقة خلال كل شهر ، بل يظل في شكل كرة ، والضوء الذي يبدو كأنه يسطع من القمر ، هو ضوء الشمس يلمع على سطح القمر وينعكس إلينا على الأرض . ولو أنك أخذت كرة ووجهت نحوها ضوء بطارية صغيرة في غرفة معتمة فسوف ترى أن نصف الكرة مضيء والنصف الآخر مظلم ، وهكذا الحال مع القمر ، وكذلك كل الكواكب الأخرى . إن نصف القمر دائماً في ضوء الشمس والنصف الآخر في الظلام ، ويظهر الرسم الذي مع هذا الكلام ، كيف أن المشاهد المختلفة التي نراها للقمر تجعله يبدو كأنه يتشكل في أوجهه المختلفة وهو يدور في مداره حول الأرض .

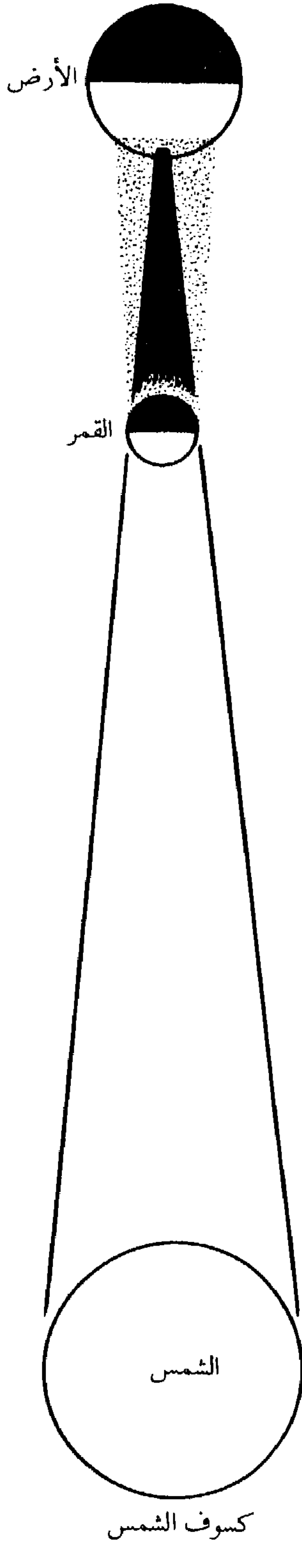
ونلاحظ في الرسم أيضاً أن نصف الأرض مضاء دائماً بواسطة الشمس . إن ضوء الشمس ينعكس من الأرض إلى القمر ، تماماً كما ينعكس من القمر إلى الأرض . وعندما يكون القمر هلالاً رفيعاً يمكنك أن ترى الجزء المظلم منه كما لو كان خيالاً رمادياً لباقي الدائرة ، وأن « ضوء الأرض » ـ أو ضوء الشمس المنعكس من الأرض هو الذي يضيء الجانب المظلم من القمر .. والواقع أنه عندما يصل الناس إلى القمر فإنهم يتمكنون من رؤية الأرض وهي تمر بأشكال مماثلة من « أرض وليدة » إلى « أرض كاملة » .

الكسوف والخسوف

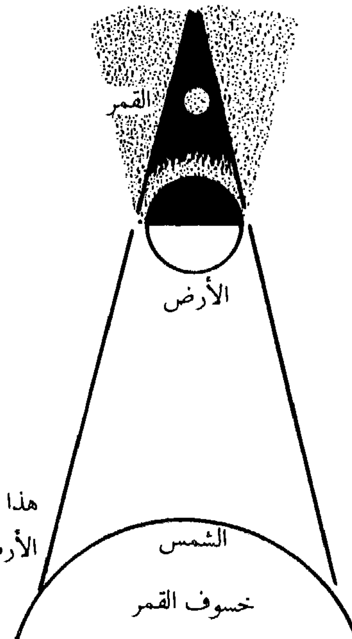
ما هو الكسوف والخسوف ؟

ولكن القمر يجب أن يمر من خلال مستوى مدار الأرض وهو يدور حولها ، ومن ثم فإن القمر يلقي فعلاً بظلاله علينا في بعض الأحيان . وبالمثل فإن الأرض تلقي ظلها أحياناً على القمر ، وعندما يحدث ذلك فإنه يسمى « الخسوف » أو « الكسوف » ، فعندما يوجد القمر بيننا وبين الشمس فإن ما يحدث هو « كسوف » الشمس .. وإذا كانت الأرض بين الشمس والقمر ، فإن هذه الظاهرة تسمى « خسوف القمر » . فإذا حجب الظل نور الشمس تماماً أطلق على الكسوف اسم « الكسوف الكلي » أما إذا أخفى الظل وجه الشمس جزئياً فقط فإنه يسمى « الكسوف الجزئي » ولا يرى الكسوف الكلي للشمس إلا الناس الذين يوجدون في منطقة من الأرض يغطيها ظل القمر ، ولا يزيد اتساع تلك المنطقة عادة على ١٥٠ ميلاً في أية لحظة إلا نادراً ، وقد تكون منطقة الكسوف مجرد نقطة ، غير أن الظل يتحرك عبر وجه الأرض في الوقت الذي يتحرك فيه القمر ، والأرض تدور .

هذا هو كسوف الشمس عندما يلقي القمر بظله على الأرض .



كسوف الشمس

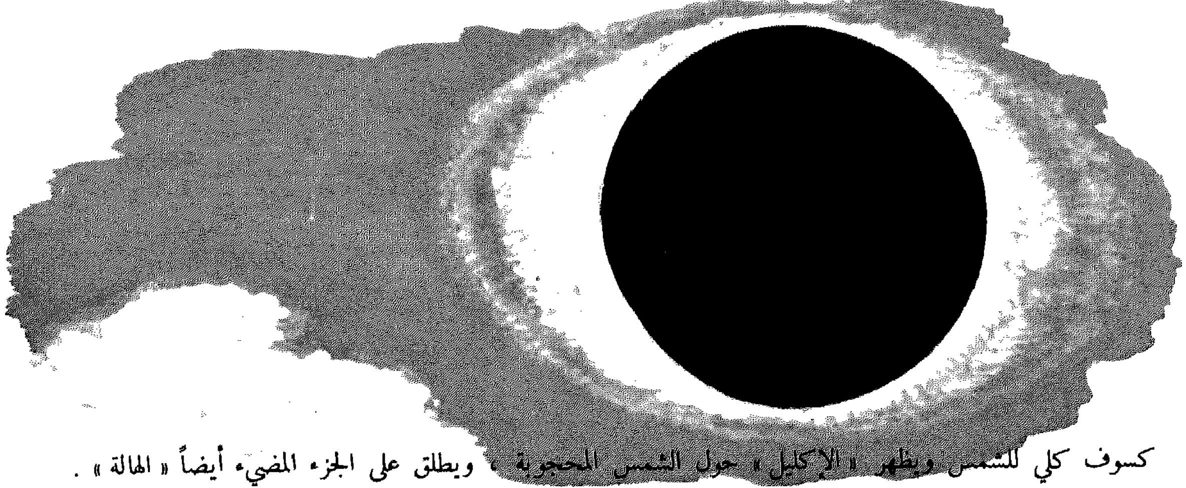


خسوف القمر

هذا هو خسوف القمر عندما تلقي الأرض بظلها على القمر .

وقد يضطر علماء الفلك أحياناً للسفر إلى مناطق غريبة من الأرض لمراقبة حالة كسوف الشمس ، وكان آخر كسوف كلي شوهد في الولايات المتحدة في عام ١٩٥٤ ، حيث لمس ظل القمر الأرض في ولاية « نبراسكا » ، ثم انتقل إلى أنحاء شرق كندا . وفي ٢٠ يوليو عام ١٩٦٣ أمكن رؤية كسوف كلي في شمال ولاية « مين » . ولا يبقى الكسوف الكلي في أية نقطة واحدة أكثر من حوالي ثماني دقائق ، وربما أقصر من ذلك كثيراً ، غير أنه من أكثر المشاهد الطبيعية تأثيراً في النفوس .. وتخيل منظر الشمس وقد أخذت تنطمس شيئاً فشيئاً ويصبح كل ما يمكن رؤيته منها مجرد هـالة متألقة حول قرص القمر الأسود ، وفجأة تظهر بعض النجوم الأكثر بريقاً في السماء المظلمة ..

وحالات خسوف القمر ـ عندما يخفي ظل الأرض لمعان القمر ـ أكثر حدوثاً من حالات كسوف الشمس ، وخلال السنوات العشر الأخيرة كان خسوف القمر الكلي يشاهد في مكان ما من الولايات المتحدة بمعدل مرة كل عام في المتوسط .. ولا يختفي القمر تماماً خلال مثل ذلك الخسوف لأن غلافنا الجوي يسبب انحناء قليلاً من الضوء حول الارض ، بحيث أن الظل الذي يقع على القمر لا يكون مظلماً تماماً أو حالك السواد .



كسوف كلي للشمس ويظهر « الإكليل » حول الشمس المحجوبة ، ويطلق على الجزء المضيء أيضاً « الهالة » .

أقرب جيراننا

من أي شيء تكون القمر ؟

يبدو أن القمر ـ أقرب جيراننا في الفضاء ـ مكون من صخر لا يختلف كثيراً عن الجزء الصخري من الأرض ، ولا بد حقاً ، أن يكون قد جاء من المصدر الذي جاءت منه الأرض . ويعتقد بعض العلماء أن القمر قد اقتطع فعلاً من الأرض تاركاً وراءه حوض المحيط الهادي .

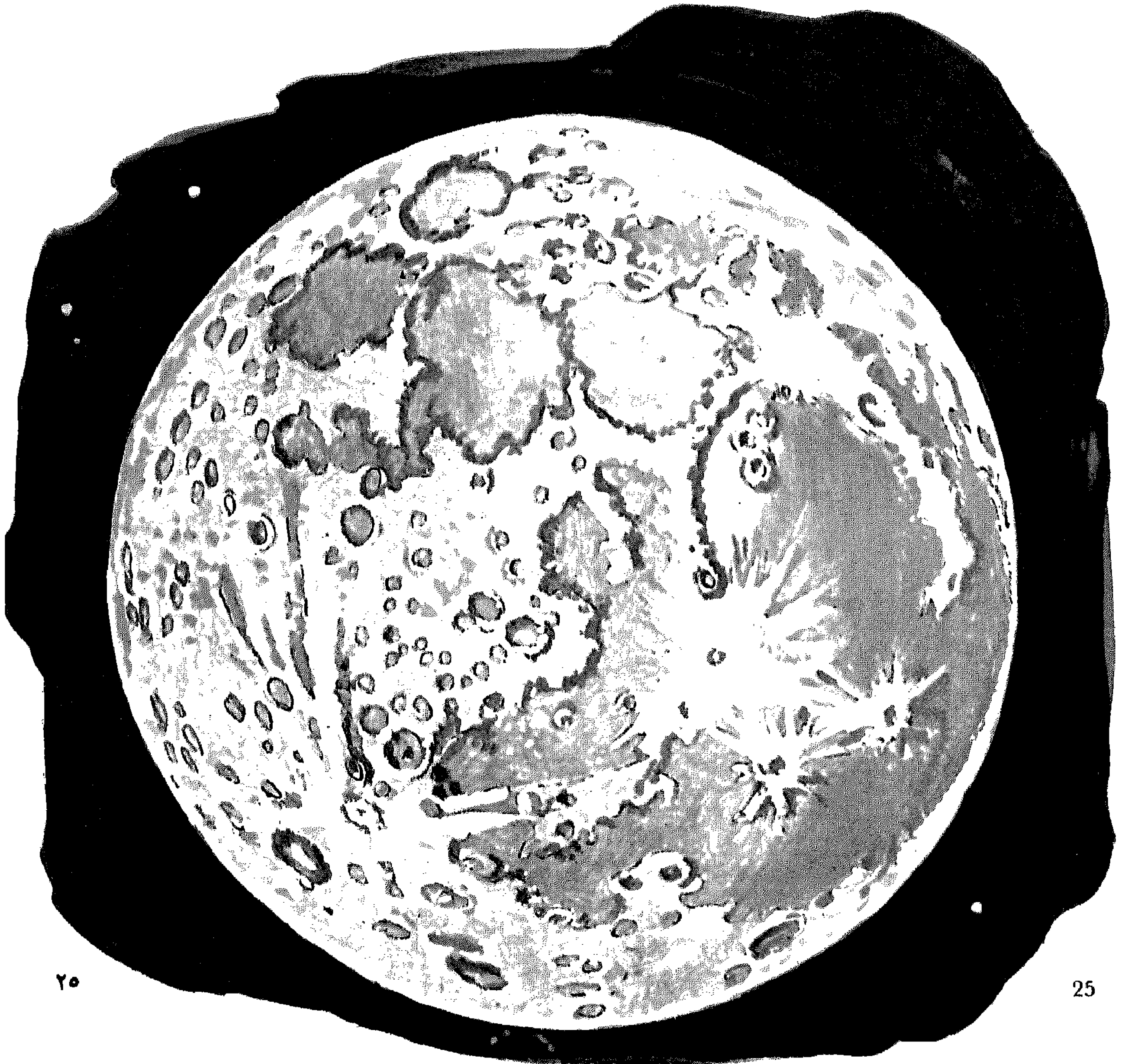
ولما كان القمر يبعد في المتوسط أقل من ٢٣٥ ألف ميل عن سطح الأرض ، فإن في استطاعتنا أن نكشف بعض ملامح سطح القمر حتى بدون مجهر « تلسكوب » . وبمساعدة أكبر التلسكوبات ، فإن الصورة المكبرة للقمر تعادل مايمكنك رؤيته بالعيون المجردة من مسافة أقل من ٢٠٠ ميل ، وهي مسافة قريبة تكفي لتمييز أجسام لا تبعد عن بعضها غير بضع مئات من الأقدام . ويمكنك أن تستكشف القمر بأي تلسكوب تقريباً يمكنك تثبيته بقوة ، وحتى (النظارات المعظمة) التي

تستخدم في ميادين السباق تظهر بعض المعالم الرئيسية الهامة .

وقد كفلت لنا الرحلات التي قام بها رواد الفضاء ثروة من المعلومات المدهشة ، ولعل تضاريس القمر الآن وطبيعة سطحه أصبحت مألوفة لبعض الناس أكثر من مناطق معينة على الأرض نفسها ! غير أن أغلب المعلومات التي تلقاها العلماء إنما أكدت بالدليل المادي « تكهنات » علمية أو معلومات رصد أو استنتاجات علمية ، سبقت الرحلات إلى القمر . فنحن نعلم مثلاً أنه ليس هناك على سطح القمر هواء يستطيع أن يعيش عليه الناس والنباتات والحيوانات ، وأن الشمس والنجوم تسطع في نفس الوقت نهاراً ، وأن السماء سوداء وليست زرقاء ، وأن جاذبية القمر سدس جاذبية الأرض .

ما هو « الرجل الذي في القمر » ؟

لقد عُرفت معالم القمر الطبيعية منذ قرون ، فقد كان « جاليليو » هو أول من وجه مجهراً « تلسكوباً » نحوه ، ورأى أصقاعه بالتفصيل ، ولكن قبل ذلك بقرون أطلق الناس أسماء على المعالم الهامة التي تشكل الهيئة التي نراها في صورة « رجل في القمر » وهذه المعالم التي يمكن




فوهة بركانية على القمر

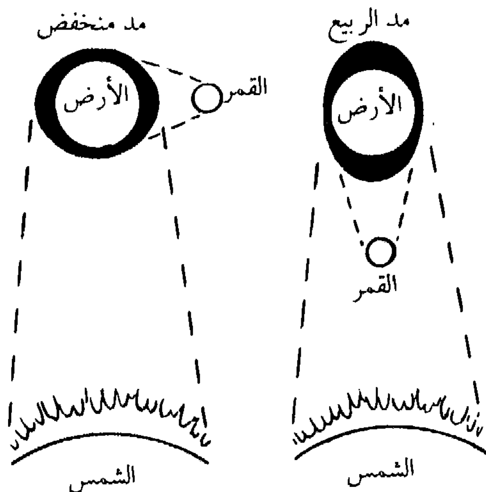
ملاحظتها أكثر من سواها هي مناطق فسيحة مظلمة دائرية إلى حد ما ، وقد ظن أوائل المراقبين أنها بحار ، وأطلقوا عليها أسماء لاتينية غريبة مثل بحر الصفا أو الهدوء : « ماريه سيرينياتاتيس » وبحر الأمطار : « ماريه ايمبريوم » ، وخليج أقواس قزح : « سينوس ايريدم » ، وهذه البقع المظلمة تغطي حوالي نصف سطح القمر . ونحن نعلم الآن أنه ليس هناك ماء على القمر . والمناطق التي سميت « بحاراً » ليست إلا سهولاً فسيحة ربما كانت من حمم بركانية تصلبت ، وقد تكون مغطاة بالغبار والحصى على الأرجح . وحول تلك السهول نجد أن تضاريس القمر بالغة الوعورة ، وذات جبال صخرية ترتفع فوق السهول ، ويبلغ ارتفاعها أحياناً كارتفاع « إيفرست » ، أعلى قمم جبال الأرض .

وهذه الجبال مكونة من فوهات بركانية تجعل القمر يبدو أشبه بساحة جبارة لمعركة حربية ، وهناك نظريتان في تكوين تلك الحفرة . إحداها تقول إنها تكونت بواسطة نيازك أصابت القمر ، والأخرى تقول إنها براكين خامدة ، ولعل كلا من القوتين عملتا معاً ، أي قوة سقوط النيازك ، وقوة تفجر البراكين .

وهناك أيضاً تشققات في السطح تسمى قنوات ، ومن المحتمل أن تكون قد تفتحت عندما برد القمر .. وهناك تلك الأشعة الغامضة ، وهي عبارة عن خطوط بيضاء تنبعث من بعض الفوهات البركانية ، وهي تمتد عبر الجبال والسهول ويصل مداها في بعض الحالات إلى ١٥٠٠ ميل . وقد تكون غباراً تناثر بفعل أية انفجارات أحدثت تلك الفوهات .

ما الذي يسبب المد والجزر ؟

للقمر تأثيرات هامة على الأرض ، على رأسها موجات المد والجزر في المحيطات ، ويحدث المد والجزر بفعل جاذبية القمر ، وكذلك بفعل الشمس ولكن بدرجة أقل ، فالقمر يجذب الأرض من أطرافها كما يرى في الرسم ، وبينما تدور الأرض حول محورها فإن هذه الأنبعاجات في المحيطات تتحرك حول الأرض مسببة موجتي مد مرتفعتين وموجتي جزر منخفضتين كل يوم عند نقاط على الشاطىء . وتجعل جاذبية القمر ــ بالإضافة إلى جذب الشمس ــ الأرض « تتمايل » وهي تدور ، مما يثير تعقيدات لا نهاية لها في حسابات علماء الفلك .



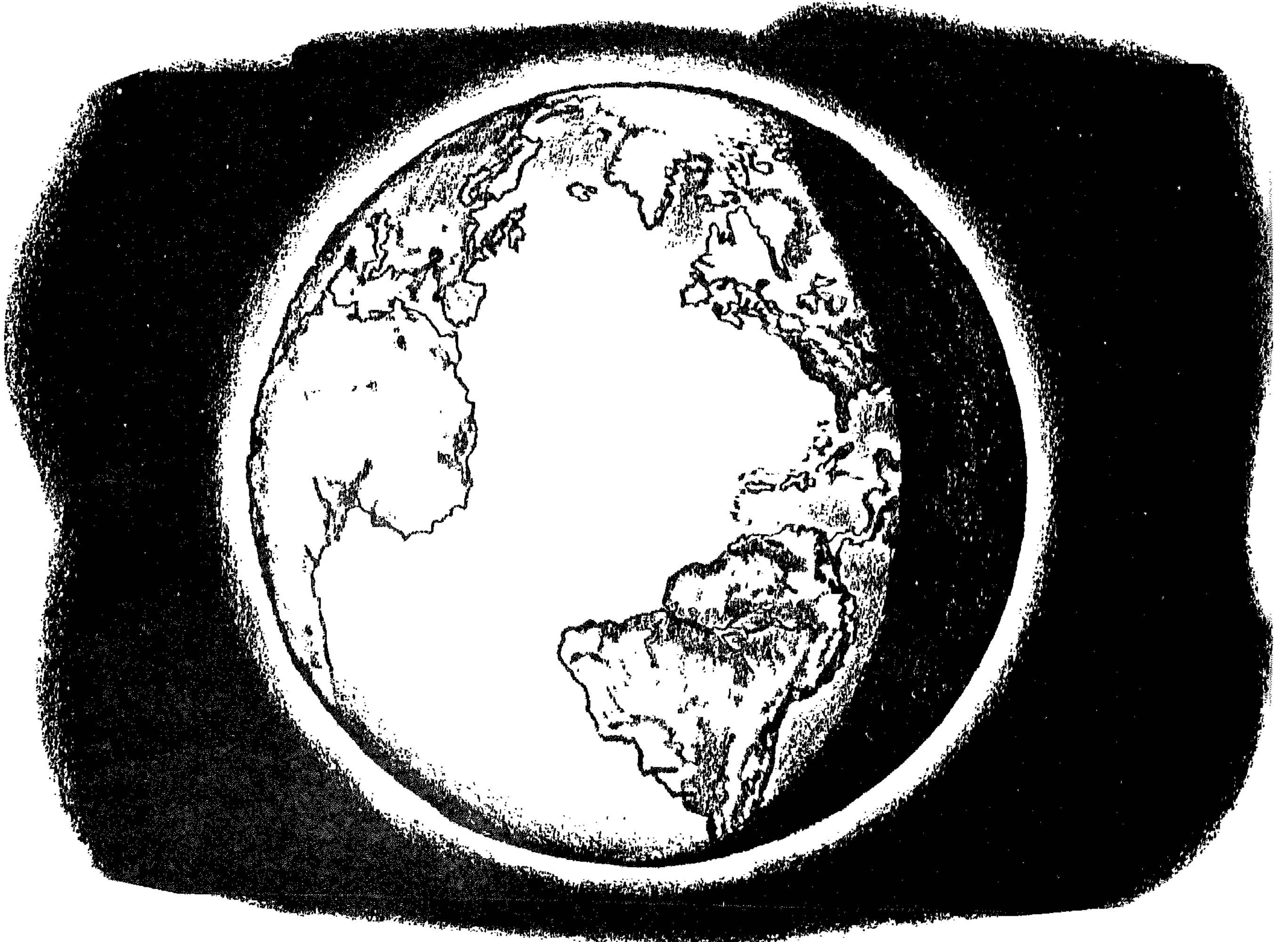
الأيام والفصول

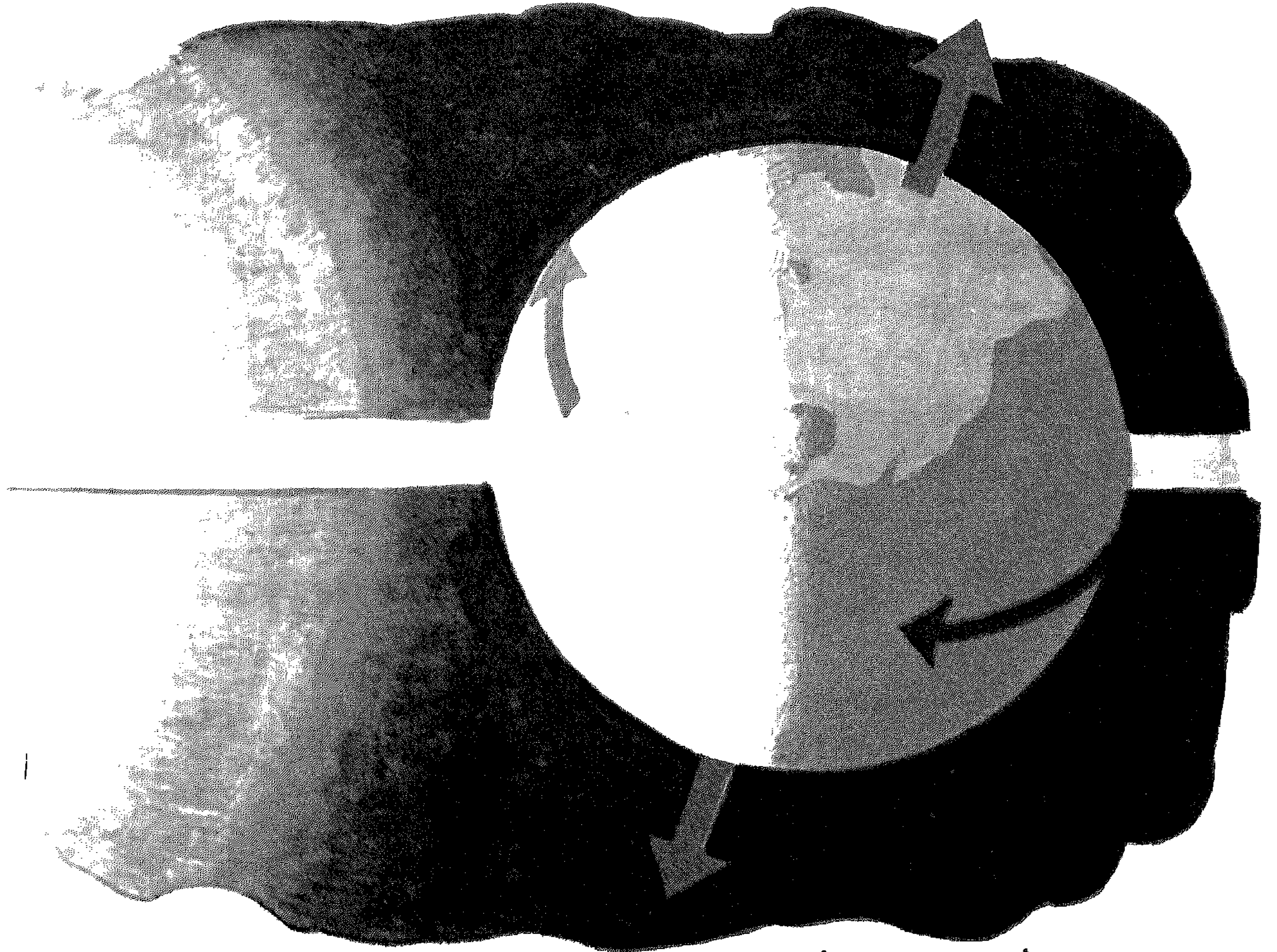
ما الذي يسبب الليل والنهار ؟

يقول المثل القديم : إن هذا الشيء يختلف عن ذاك «كاختلاف الليل والنهار» ، وهو يصور مدى أساسية هذا التغيير اليومي على حياة البشر .. وينتج الليل والنهار بسبب دوران الأرض حول محورها ، ولقد قلنا إن الشمس تسطع دائماً على نصف الأرض فقط في حين أن النصف الآخر البعيد عن الشمس يكون مظلماً . ولما كانت الأرض تدور حول محورها فإن أي نقطة عليها تنتقل من الضوء إلى الظلام كل يوم . ويتم الدوران من الغرب إلى الشرق ، وهكذا فإن نيويورك مثلاً تنتقل إلى النور كل يوم قبل أن تصل سان فرنسيسكو إلى الخط الوهمي الفاصل بين النور والظلام بأربع ساعات تقريباً .

ولما كان التقسيم بين ضوء النهار والظلام – الذي تراه في الرسم – خطاً حاداً ، فإنك تفترض أن الفجر والظلام يأتيان في لحظة فورية ، وهذا ما يحدث بالضبط على جسم مثل القمر لا هواء فيه ، أما على الأرض فإن طبقة الهواء ، تجعل نور الشمس ينحني ويتناثر بحيث تبقى السماء مضيئة فترة من الوقت بعد أن تنحدر الشمس ، كما يظهر النور قبل أن تظهر الشمس .

ونحن نميل إلى الظن بأن الساعات الأربع والعشرين التي يتألف منها يومنا تنقسم بالتساوي بين النور والظلام ، ولكن هذا لا يصدق إلا بالنسبة للناس الذين يعيشون عند خط الاستواء ، أما في كل مكان آخر من العالم فإن النهار قد يتباين ويختلف طوله بين ستة شهور وبضع دقائق ،





محور الأرض (طرفا السهم الأحمر) يميل بالنسبة لمستوى مدارها (الشريط الأصفر) ، وهذا يسبب عدم تساوي النهار والليل في أغلب بلاد العالم .

يكون خلالها المكان تحت الشمس فعلاً . وهذا يحدث لأن الأرض مائلة .

وتصور فرخ ورق مسطحاً مستوياً يمتد خلال الأرض ومركز الشمس . إنك قد تظن أن محور الأرض سوف يمتد إلى أعلى وإلى أسفل خلال هذا المستوى الوهمي الذي نفترض انه يشطر الأرض إلى قسمين عند خط الاستواء ، ولكن المحور لا يفعل ذلك ، فإن خط الاستواء يميل بزاوية قدرها $\frac{1}{2}$ ٢٣ درجة على المستوى ، ويميل محور الأرض بمثل هذا القدر ، والأرض في دورانها حول الشمس ، يتجه « القطب الشمالي » أحياناً نحو الشمس ، وأحياناً أخرى يكون « القطب الجنوبي » متجهاً نحوها .

وفي الرسم ، يمكنك أن ترى أنه عندما يكون القطب الشمالي متجهاً نحو الشمس فإن دائرة ضوء الشمس لا تلمس القطب الجنوبي ، وكذلك الأمر بالنسبة للقطب الجنوبي عندما يكون متجهاً نحو الشمس لا يصل ضوؤها إلى القطب الشمالي . وهكذا فإنّ النهار والليل في القطبين الشمالي والجنوبي يستمر كل منهما ستة أشهر ، وهو الذي تستغرقه الأرض للدوران حول الشمس ، وفي المنطقة المعتدلة التي نعيش فيها ، لدينا ليل ونهار كل أربع وعشرين ساعة ، غير أن طول الوقت الذي نكون فيه في دائرة النور يطول أو يقصر وفقاً للفصل الذي نكون فيه .

إن أيامنا في الصيف طويلة وفي الشتاء قصيرة ،

أما عند خط الاستواء فإن النهار والليل كل منهما اثنتي عشرة ساعة .

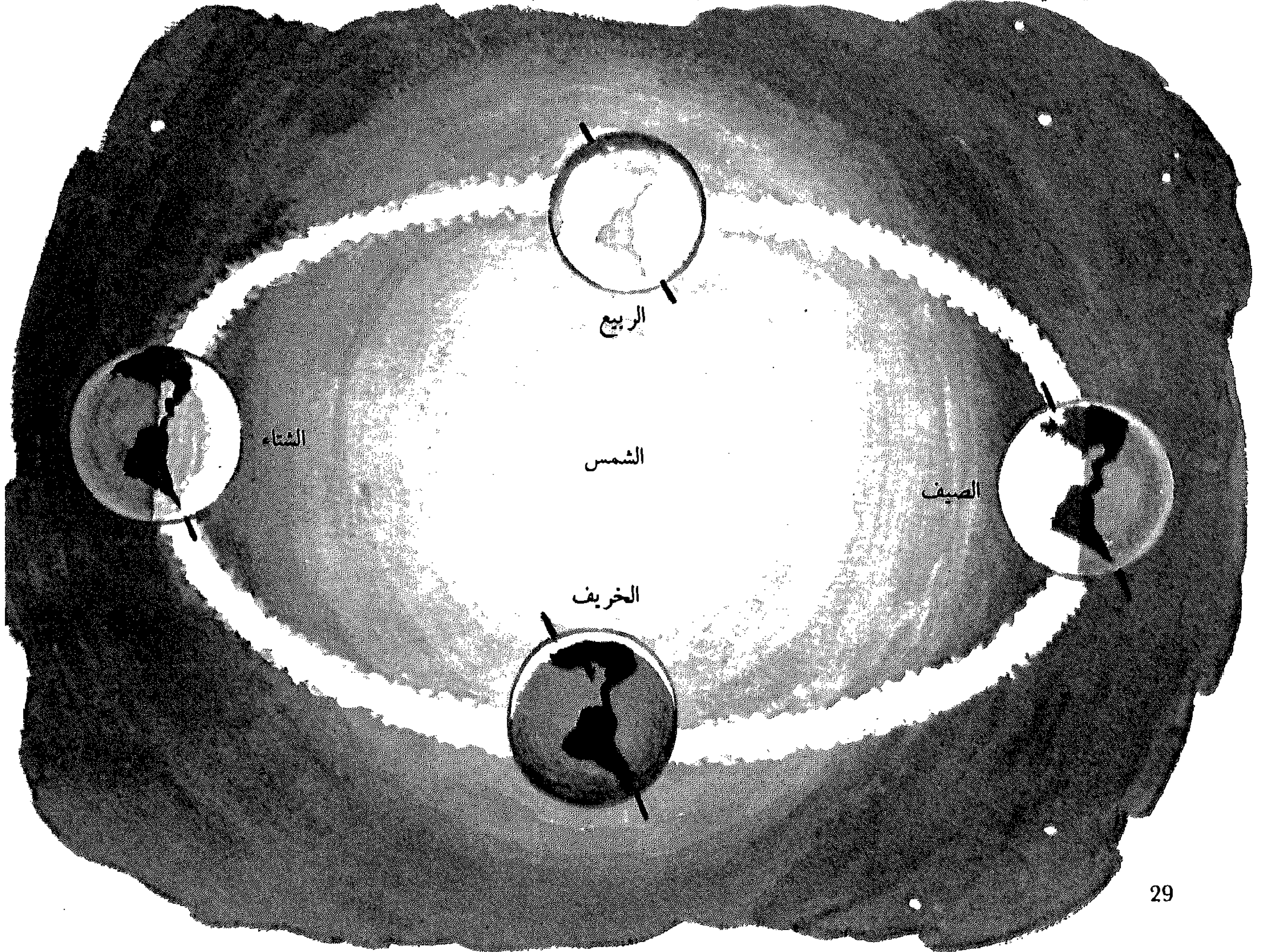
لماذا لدينا فصول ؟

إن ميل محور الأرض يُسَبب فصول السنة . ويمكنك أن ترى في الرسم أنه عندما تتحرك الأرض حول الشمس فإن أحد القطبين أو الآخر يتجه أكثر نحو الشمس . وعندما يكون القطب الشمالي متجهاً نحو الشمس يكون عندنا صيف شمال خط الاستواء ، أما الذين يعيشون جنوب خط الاستواء فيكون لديهم شتاء .. وعندما يكون القطب الجنوبي مشيراً نحو الشمس يكون هناك صيف جنوب خط الاستواء ، ويكون لدينا شتاء . وفي بداية الربيع وكذلك في بداية الخريف لا يكون أي من القطبين متجهاً نحو الشمس .

إن أشعة الشمس تكون أكثر تركيزاً عند دائرة ضوء الشمس على الأرض ، وفي الصيف تقترب أكثر إلى مركز دائرة ضوء الشمس ، وكذلك نكون عرضة لمزيد من ضوء الشمس في كل يوم من أيام الصيف ، وذلك لأننا نخترق دائرة ضوء الشمس.

وليست للمسافة بين الأرض والشمس أية صلة بالفصول ، والحقيقة أن الأرض تكون أقرب إلى الشمس خلال شتائنا في نصف الكرة الشمالي منها في الصيف .

عندما تدور الأرض حول الشمس ، يكون أحد القطبين متجهاً أكثر نحو الشمس لأن محور الأرض مائل . والتغيير الطفيف في المسافة من الأرض إلى الشمس خلال العام ليس موضحاً بالرسم إذ لا صلة له بالفصول .



الرجل القادم من المريخ

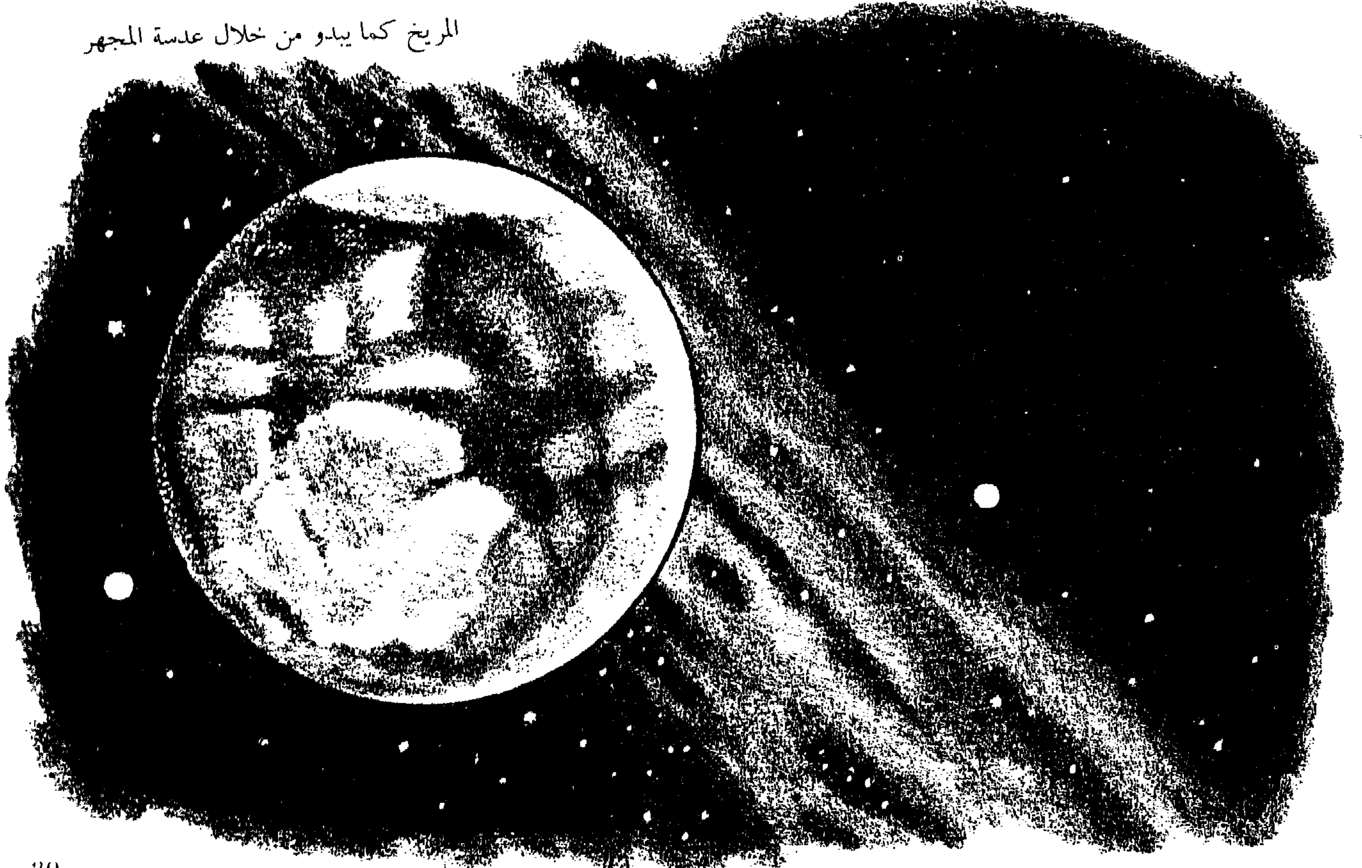
هل هناك حياة على الكواكب الأخرى ؟

إننا نعلم أن الكواكب الأخرى لها هي أيضاً أيام وليال وفصول .. ومن الأسئلة التي تثير اهتمام كل إنسان تقريباً ، ما إذا كانت هناك مخلوقات على أي من هذه العوالم الأخرى ترى هذه التغيرات ، وقد أصبح موضوع « الرجل القادم من المريخ » من أكثر الموضوعات الفكاهية شعبية ، يتندر بها الناس في كل مكان . فلماذا نذكر المريخ بالذات ؟ إننا بطبيعة الحال نتوقع أنه إذا كانت هناك حياة على الكواكب الأخرى فإنها ستكون على أكثرها (أكثر الكواكب) شبهاً بالأرض ، وتلك هي المريخ والزهرة وهما أقرب كوكبين إلينا . والزهرة مدارها أقرب إلى الشمس ، في حين أن المريخ يدور في مدار بعد مدار الأرض بعيداً عن الشمس وفي الاتجاه الآخر .

والزهرة هي أكثر الاثنين شبهاً بالأرض في حجمها وبعدها عن الشمس ، غير أن المريخ يثير اهتماماً أكثر لأن سطحه يمكن مشاهدته . ولكن لكوكب الزهرة غلافاً جوياً يبدو أن أغلبه يتألف من ثاني أكسيد الكربون ، وهو أثقل من أي غلاف جوي لأي كوكب آخر مما يحجبه فعلاً عن الأنظار .

وقد أطلق على المريخ اسم « مارس » الذي كان اسم إله الحرب عند الرومان القدماء بسبب لونه الأحمر الذي يبدو واضحاً حتى لعيوننا المجردة وعندما يكون المريخ في أقرب مكان من الأرض ، وضوء الشمس ينعكس منه مباشرة ، فإن أكثر التلسكوبات تواضعاً سوف يكبره حتى يبدو بالحجم الظاهري للقمر ... ورغم أننا لا نستطيع أن نرى معالمه بوضوح ، كما نرى معالم القمر ،

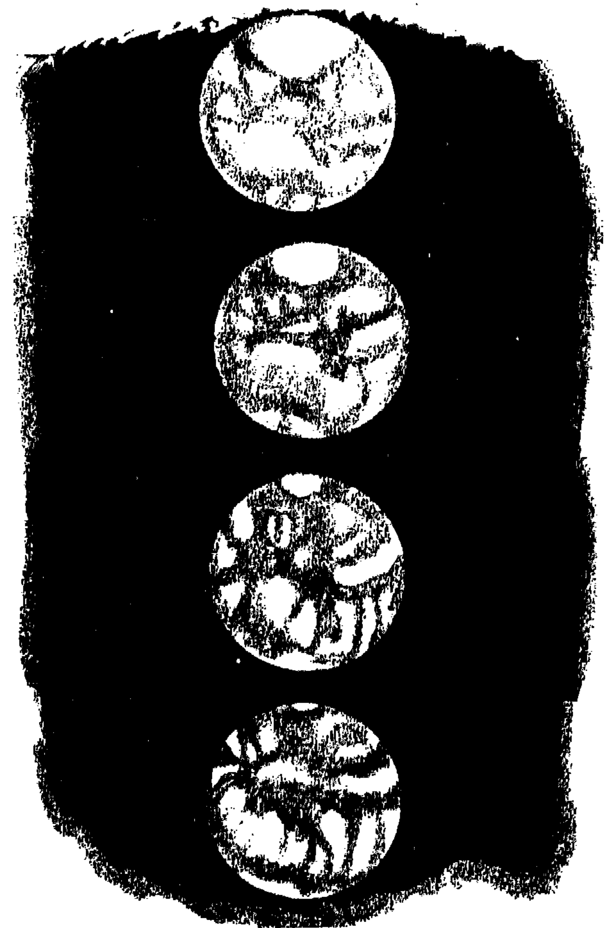
المريخ كما يبدو من خلال عدسة المجهر



فقد أمكننا أن نعرف معلومات عن سطحه أكثر من أي جسم آخر في السماء ، عدا القمر .

ما هي آثار الفصول على المريخ ؟

إن أكثر المعالم التي يمكن ملاحظتها على المريخ ، إذا شوهد من خلال تلسكوب ، هي القمم الثلجية عند قطبيه الشمالي والجنوبي ، وهي تبدو في شكلها ، كتلك التي على الأرض بالنسبة لرجل على المريخ . ولما كان محور المريخ مائلاً بنفس الزاوية التي يميل بها محور الأرض تقريباً ، فإن للمريخ فصولاً مثلنا . ويمكن مشاهدة تأثير الفصول بوضوح من تمديد وانكماش القمم القطبية الثلجية ، وثمة تغير موسمي آخر أقنع علماء



تنكمش القمة الثلجية عند قطب المريخ وتزداد مع اختلاف الفصول .

الفلك بأن هناك شكلاً ما من أشكال الحياة النباتية في مناطق منخفضة من سطح المريخ فهذه المناطق يتغير لونها من الأخضر المشرب بالزرقة صيفاً ، إلى اللون البني شتاء . كما أن التغيرات الموسمية تكون مصحوبة بتأثير معين ، فيبدو وكأن هناك مياه تتدفق ، في تلك المناطق ذات النبات ، من القمم القطبية وهي تذوب .

وقد ثار جدل كبير بين العلماء طوال سنوات عديدة حول هذه العلامات ، فقد رأى بعضهم فيها قنوات مستقيمة تصل بين « واحات » ، واستنتجوا من ذلك أنه لا بد أن تكون هناك مخلوقات ذكية على المريخ حفرت تلك القنوات لري أراضيها . ولكن علماء الفلك في الوقت الحاضر يساورهم شك كبير حيال تلك القنوات وإن كانوا يوافقون فعلاً على أنها تبدو وكأن « رطوبة » ــ وربما كانت في صورة بخار ــ تنحدر من القمم القطبية ، ويبدو أنها تغذي حياة نباتية . كما أنهم يوافقون على أن المناطق الأكثر خفة ، والتي تضفي على المريخ لونه الأحمر ، هي صحارى تتكون من صخور ذات لون كالصدأ . ولم يستطع العلماء الكشف عن قدر من الأوكسجين في الغلاف الجوي يكفي لإعالة الحياة الحيوانية كما نعرفها ، غير أنهم وجدوا أدلة على أن الماء والأوكسجين كانا متوافرين في وقت ما .. ومن المحتمل تماماً أنه كانت هناك في وقت ما مخلوقات على المريخ ، ومن الممكن تصور أنها لا تزال هناك ، غير أنه عليها أن تجد طريقة لانتاج الاوكسجين والماء اللازمين للحياة ، من الصخور ، بوسائل كيميائية وعليها أن تجد أيضاً طريقة للاحتفاظ بالدفء خلال ليالي الكوكب التي تنخفض فيها درجة الحرارة إلى ما دون الصفر .

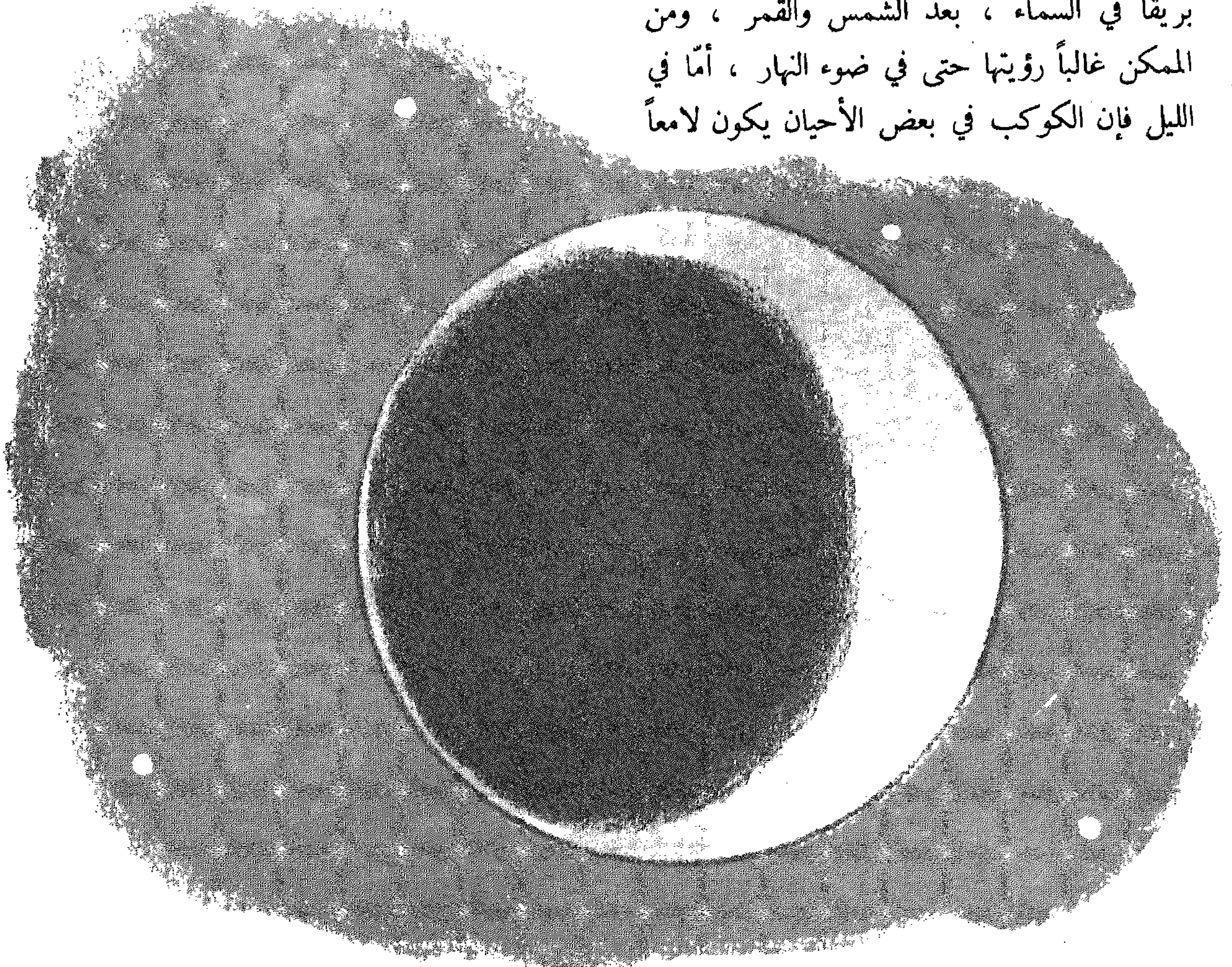
لغز الزهرة

إن الكوكب الآخر الأقرب شبهاً من الأرض هو الزهرة ، وهو كوكب يغلفه لغز سحبه ، فسطحه محجوب فعلاً عن الرؤية المباشرة ، وإن كان من المحتمل أنه جاف ، مترب ، شديد الحرارة . وتشير عمليات التغلغل بمركبات الفضاء التي اخترقت السحب بالرادار ، بعد قياسها وتحليلها إلى أن سطح الكوكب وتضاريسه قد تكون غير مستوية أو جبلية في مناطق معينة .

لماذا يسطع كوكب الزهرة بهذه الصورة ؟

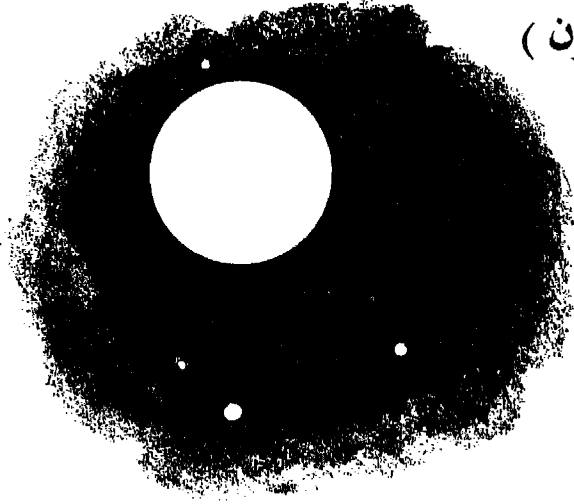
لما كانت السحب تعكس الضوء بطريقة أفضل من الصخور ، فإن الزهرة هي أكثر الأجسام بريقاً في السماء ، بعد الشمس والقمر ، ومن الممكن غالباً رؤيتها حتى في ضوء النهار ، أمّا في الليل فإن الكوكب في بعض الأحيان يكون لامعاً إلى حد يكفي لإلقاء ظلال خافتة على الأرض .

وكان كوكب الزهرة في وقت ما يعد أكثر الكواكب صلاحية لإيواء أنواع الحياة التي نعرفها على الأرض ، من المريخ ، غير أن ما كشفته رحلات الفضاء والرادار وعلم الفلك اللاسلكي ليست مشجعة في هذا الصدد ، فإن متوسط درجة الحرارة على السطح تشير إلى ٨٠٠ فارنهيت وهي درجة حرارة مزعجة ، كما أنه لا يوجد ماء على السطح ، والغلاف الجوي قاتل ، والضغط الذي يبلغ ٢٩٤ رطلاً على البوصة المربعة يعد مريعاً .



يبدو كوكب الزهرة ــ مثل القمر ــ وهو يغير شكله وفقاً لموقعه بالنسبة للشمس والأرض .

عطارد وبلوتو (أفلوطون)



إذا تجاوزنا كوكب الزهرة في اتجاه الشمس ، وجدنا « عطارد » يدور في مدار يقع على بعد حوالي ٣٦ مليون ميل من الشمس .. ولم تثر قط مسألة احتمال وجود حياة على سطح عطارد ، إذ أن له أكثر الظواهر الطبيعية تطرفاً من أي كوكب آخر . وفترة دوران عطارد حول محوره ، وفترة دورانه حول الشمس متساويتان كالقمر بالنسبة للأرض بحيث أنه يواجه الشمس بجانب واحد كل الأوقات ، تماماً كما يواجه القمر بنفس الجانب ، الأرض .



ما هي الأحوال الطبيعية فوق عطارد ؟

لما كان الكوكب قريباً من الشمس وليس له أي غلاف جوي ، فإن الجانب المواجه للشمس ساخن دائماً إلى حد يكفي لإذابة الرصاص ، في حين أن الجانب المظلم بارد إلى أقصى درجة من البرودة ، أي أنها تقترب من « درجة الصفر المطلق » . وسطح عطارد على الأرجح كثير الشبه بسطح القمر ، وهو باعتباره أصغر الكواكب ، لا يزيد قطره عن قطر القمر الأرضي إلا بمعدل حوالي الثلث فقط .

ومن العسير رصد عطارد لأنه لا يرتفع كثيراً فوق الأفق ليلاً ولهذا يرصده علماء الفلك في فترة النهار مستخدمين شاشات خاصة .

والكوكب الآخر الذي يعتبر « أرضياً » هو « بلوتو » ، الذي أسماه علماء الفلك العرب المحدثون « أفلوطون » ، وهو أكثر بعداً عن الشمس .. ونحن لا نعرف الكثير عن هذا الكوكب الذي لم يكتشف إلا في عام ١٩٣٠ . ويرى علماء الفلك بجلاء ، أنه كوكب ليس له غلاف جوي ، ولعله مكون من حجر أسود . ولا بد أنه شديد البرودة لابتعاده الشديد عن الشمس حيث يمكن أن يتحول الهواء إلى سائل .

الكواكب العملاقة

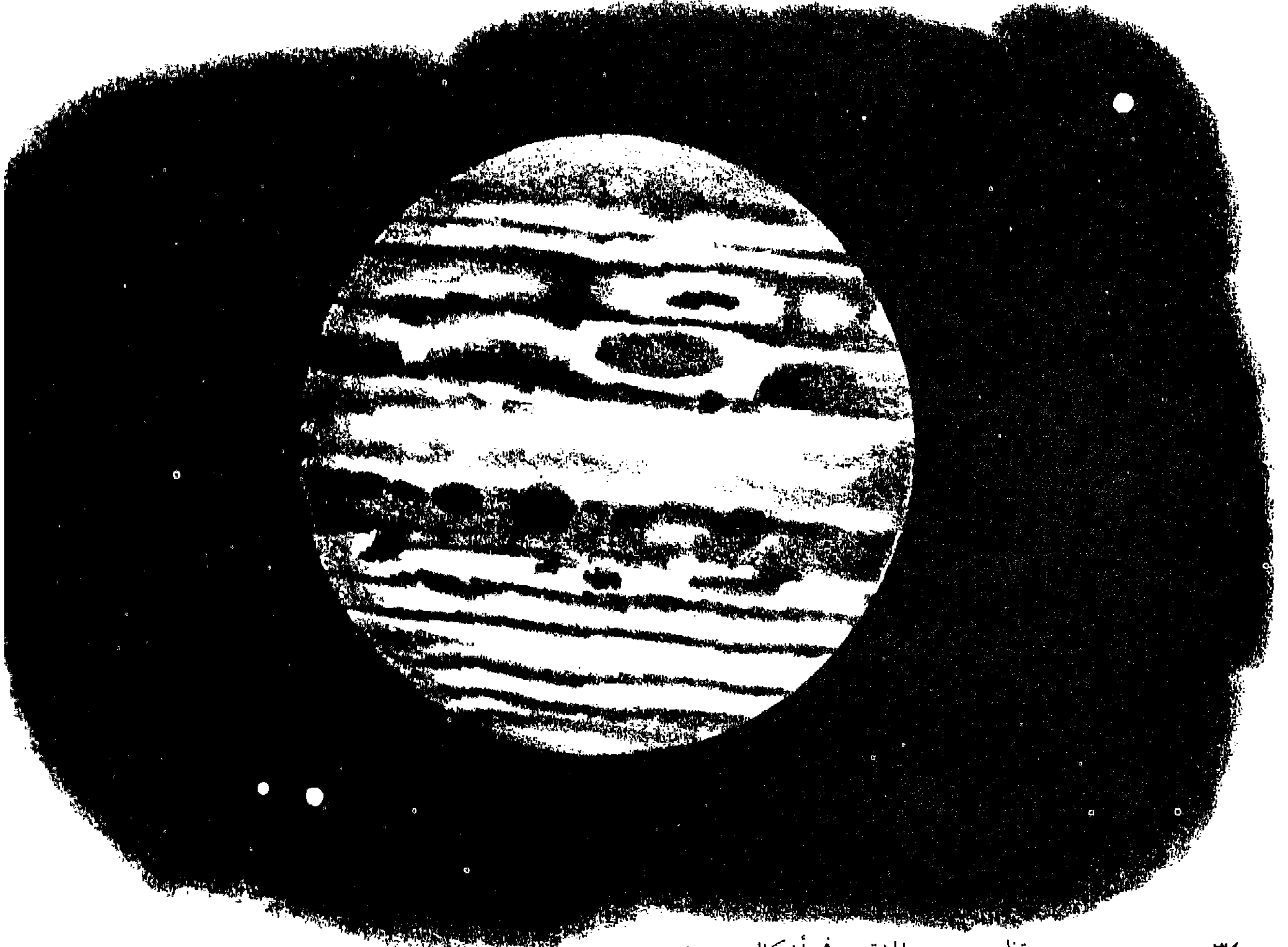
إن كل الكواكب التي وصفناها : عطارد ، الزهرة ، الأرض ، المريخ ، وبلوتو ، لن تكون لها أهمية بالنسبة لعالم فلك يقف خارج النظام الشمسي ، وإنما هو سوف يرى أن نظام الكواكب يتكوّن أساساً من العمالقة الأربعة : المشتري ، وزحل ، وأورانوس ونبتون ولو عرف بأمر الكواكب التي تشبه الأرض لاعتبرها مجرد شظايا صغيرة كما ننظر نحن إلى « النجيمات » أو السيارات الصغيرة .

وباستثناء « بلوتو » فإن الكواكب التي هي أشبه بالأرض ، والكواكب العملاقة يفصل بينها حزام من « النجيمات » أو السيارات الصغيرة ، وهناك ثلاثة كواكب صغيرة داخل هذا الحزام بينما تنتشر الكواكب العملاقة فيما وراءه .

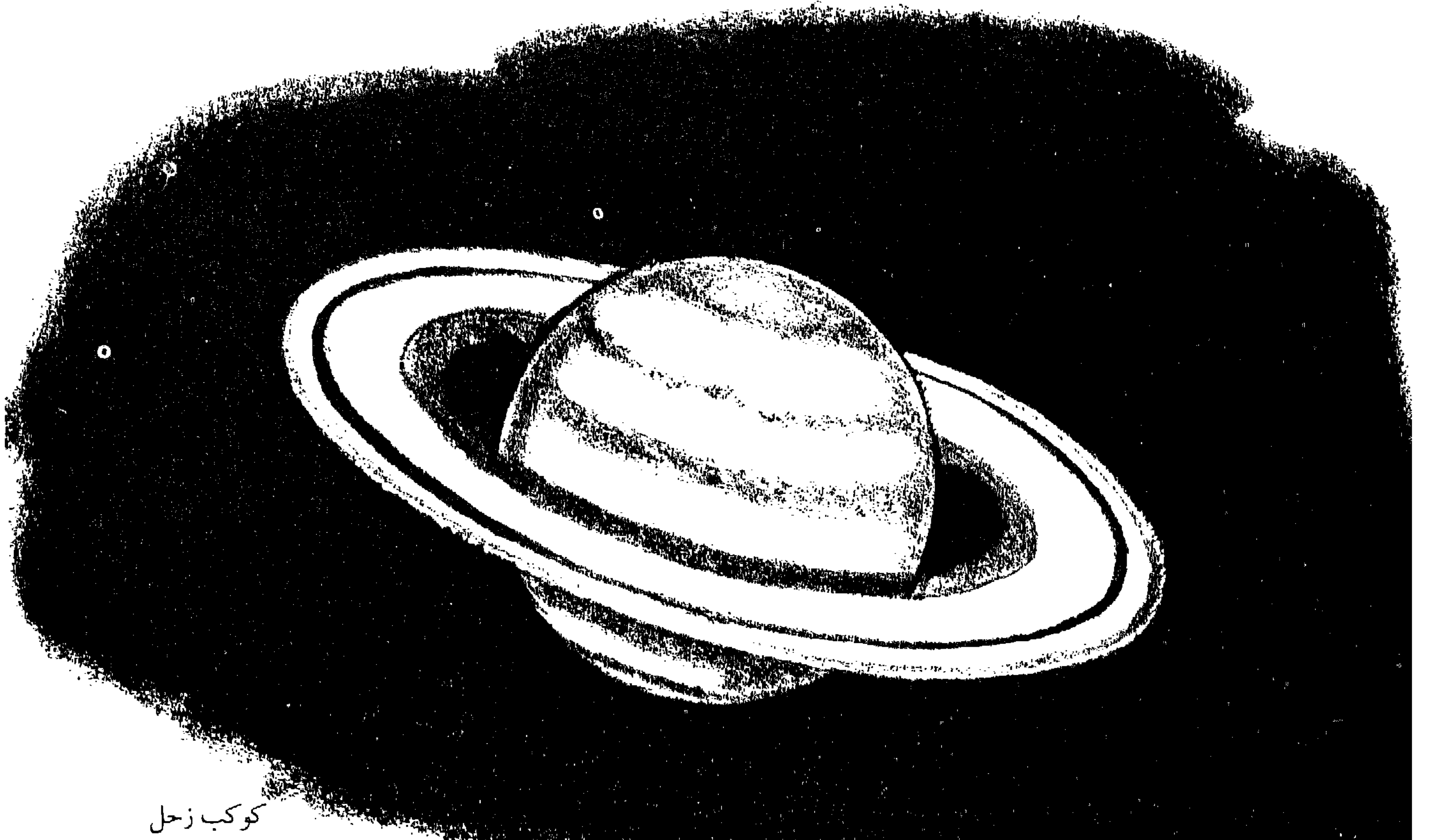
ما هو حجم كوكب المشتري ؟

إن المشتري ـ وهو أول كوكب بعد حزام السيارات الصغيرة ـ هو الكوكب المسيطر في النظام بأسره ، ففي استطاعة المشتري أن يضم في جوفه ألفاً من الكواكب المماثلة للأرض ، ولا يقارن حجم الأرض الصغير بالمشتري ، ولكنه يقارن بالشمس ذاتها ، فإن قطره يزيد على عشر قطر الشمس ، غير أن المشتري ـ كالشمس ـ ليس في كثافة الأرض ، وعلماء الفلك على ثقة بأن المشتري يتكون من قلب صخري تحيط به طبقات عميقة من الغازات .

وللمشتري أكبر أسرة من الكواكب التابعة ، وهذا بالطبع يناسب أكبر الكواكب ، وقد



تظهر سحب المشتري في أشكال متغيرة .


كوكب زحل

اكتشف حتى الآن اثنا عشر قمراً له ، تتراوح في أحجامها بين قمر صغير لا يزيد قطره على عشرة أميال ، وبين قمر أكبر من الكوكب عطارد ! ويشكل المشتري وتوابعه نظاماً مماثلاً للشمس وكواكبها ، فيما عدا أن المشتري لا ينتج ضوءاً ذاتياً نابعاً منه .. بل إن المشتري قارص البرودة ، وقدرت درجة الحرارة على سطحه بحوالي ٢١٦ درجة تحت الصفر .

والكواكب العملاقة الأخرى ـ زحل وأورانوس ونبتون . مشابهة للمشتري في تكوينه . ولكن أورانوس ونبتون يقل قطرهما عن نصف قطر المشتري ، أما قطر زحل فإنه أكبر من ثلاثة أرباع قطر المشتري ، وزحل هو أقل الكواكب كثافة ، إذ أنه أخف من الماء .

ما هي حلقات زحل ؟

إن زحل هو أكثر الكواكب ـ التي يمكن مشاهدتها من خلال التلسكوب ـ روعة ، وذلك بسبب حلقاته الشهيرة ، وهي شرائط رفيعة لامعة حول خط استواء الكوكب . ويبلغ اتساع نظام الحلقات بأسره من طرفه الخارجي إلى طرفه الداخلي ١٧١ ألف ميل ، ولكن سمكها لا يزيد على عشرة أميال على الأرجح . ولقد تقرر علمياً أن هذه الحلقات مكونة من جسيمات دقيقة منفصلة ، تدور كل منها في مدارها الخاص ، وهي على الأرجح جسيمات ثلجية يبلغ متوسط قطر الواحدة منها عشر بوصة .. وللكوكب زحل بالإضافة إلى حلقاته عشرة كواكب تابعة معروفة .

والكوكبان أورانوس ونبتون شديدا الشبه بالمشتري ، وإن كانا أصغر منه بكثير ، كما أن لهما توابع ، فلأورانوس خمسة ولنبتون اثنان .

النيازك والمذنبات



إن الكواكب وتوابعها لا تكمل عائلة الشمس ، فهناك عدد غير معروف من أجسام أصغر حجماً ، ربما كانت شظايا تخلفت عن تكوين النظام الشمسي ، وتبدو هذه الأجسام في الغالب وهي تتحرك في أسراب في حين تتناثر حولها بعض « الأجسام الشاردة » .

ما هي الشهب ؟

وأكثر الأدلة على وجود « الأجسام الشاردة » ، ما نراه من « النجوم المنطلقة » أو الشهب ، وهي شظايا تسمى أيضاً « نيازك » تنجرف في الغلاف الجوي للأرض ، إذا نحن ارتحلنا خلال الفضاء .. إنها تتحرك بسرعة بالغة لدرجة أن احتكاكها بالهواء الأرضي يجعلها تتوهج إلى درجة الحرارة البيضاء ، ثم تحترق عادة قبل أن تقترب من الأرض ، وعندما تصل إحدى هذه الشظايا فعلاً إلى الأرض ، فإنها تسمى ، « النيازك » وقد عرف أن عدداً كبيراً من النيازك (وهي تتكون من صخور) قد أصابت الأرض حتى أن أحدها أحدث في ولاية أريزونا الأمريكية حفرة يبلغ اتساعها ٤٠٠٠ قدم .

ما هي المذنبات

ولبعض أسراب هذه الشظايا مدارات تمضي بها على مسافة قريبة جداً من الشمس فإذا وصلت إلى إحدى النقاط المعينة ، تفتت طاقة الشمس تلك الأسراب وتطلق غازات وغبار خلفها في صورة ذيل متوهج ، وتسمى تلك الأجسام باسم « المذنبات » . ورغم أنها سببت في الماضي ذعراً على نطاق واسع ، وذلك في المرات النادرة التي ظهرت فيها – لسكان الأرض – بعض



حفرة من أثر سقوط شهاب أو نيزك في أريزونا ويبدو أن الشهاب انفجر عند هبوطه على الأرض .

المذنبات الكبيرة ، إلا أنه ليس هناك ما يدعو للخوف منها ، فإن تلك الأجسام دقيقة جداً ومتباعدة بحيث أن الأرض تستطيع أن تقتحم مذنباً دون أن نعرف نحن ذلك أو ندركه . ومسارات أغلب المذنبات بالغة الطول ، وهي بيضاوية مسطحة ، تشبه « السيجار » في شكلها . وهذا يعني أنها تستغرق وقتاً طويلاً للدوران حول الشمس ، وأشهر المذنبات ويدعى « هاللي » يظهر لسكان الأرض مرة كل ٧٦ عاماً . وقد شاهده من عاشوا في عام ١٩١١ وسوف يشاهد مرة أخرى في عام ١٩٨٧

إن كل الأجسام التي وصفناهـا ، وهي الكواكب ، والنجيمات ، وتوابع الكواكب ، والنيازك ، والمذنبات تكون عائلة الشمس . وهذه الأسرة بالنسبة لنا نحن الذين على الأرض تعد شيئاً كبيراً ومثيراً ، أما من وجهة نظر أقرب النجوم ، فإن النظام الشمسي كله ليس إلا ذرة ضئيلة جداً بين عدد لا يحصى من ذرات الضوء التي في الفضاء .

مذنب هاللي



« النجوم »

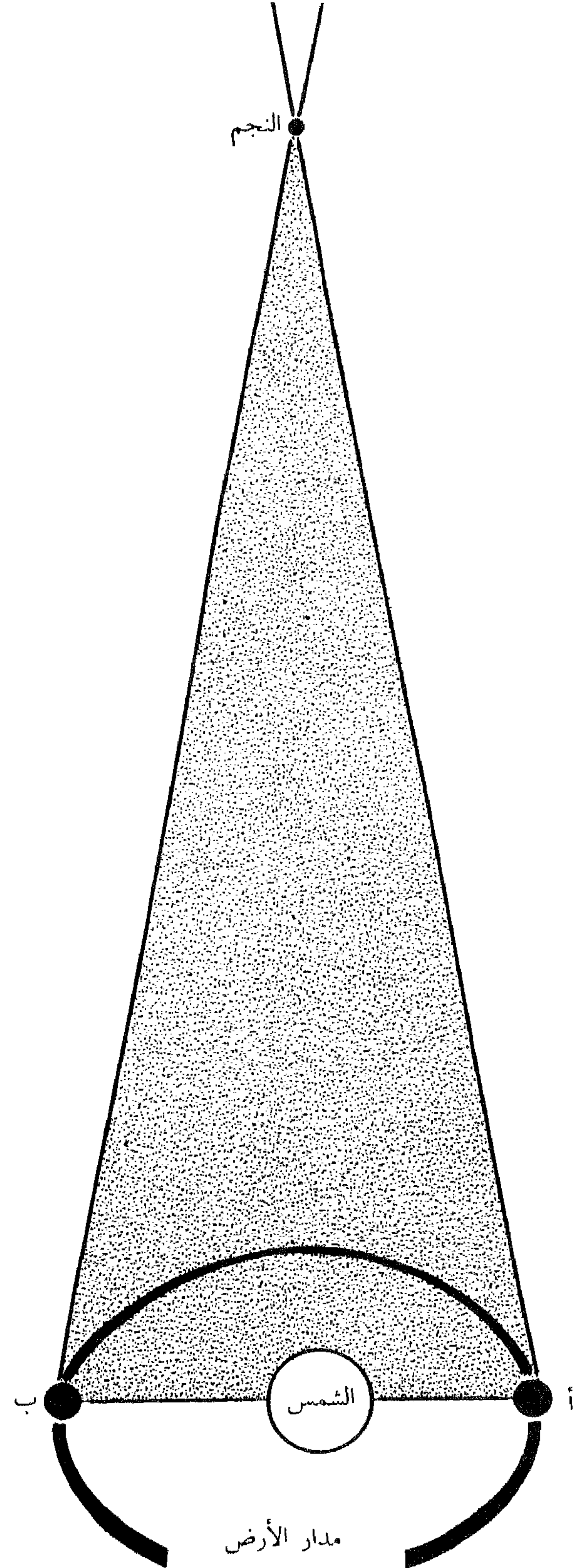
ما هي النجوم ؟

إن شمسنا نجم ، وكل واحدة من العدد الهائل من نقاط الضوء المتألقة في السماء هي فرن ضخم كالشمس نفسها . ولا تعتبر الشمس مثلاً مثيراً بصفة خاصة بين النجوم ، فهي نجم متوسط الحجم ، بين العمالقة والأقزام (ولفظا : العملاق والقزم ، ليستا مجرد صور لفظية من الكلام ، بل هما طبقتان معروفتان من النجوم) .. وبالطبع فإن نظام الكواكب الشمسية الذي نعرفه نحن لا يمكن التخمين حتى بوجوده من بُعْدٍ يعادل بُعْدَ أقرب النجوم عنا ... إن واحداً ــ على الأقل ــ من النجوم التي نراها كنقطة من الضوء ، قد يكون من الضخامة في حد ذاته بحيث يحتوي كل نظامنا الشمسي .

وإذا سألنا : إلى أي مدى تبعد النجوم ؟ فإن من الصعب تخيل تلك المسافات !

كم تبعد عنا النجوم ؟

إن أفضل طريقة للتعامل مع مثل تلك المسافات هي بحساب الزمن ، وهذا ما يفعله علماء الفلك . إنك قد تقول إذا سئلت عن المسافة بين مسكنك ومدرستك فقد ترد : أنها « حوالي مسيرة خمس عشر دقيقة » ، ولما كانت الطريقة الوحيدة التي يعرف بها العلماء النجوم هي أضواؤها فإنهم بطبيعة الحال يستخدمون سرعة الضوء لوصف مسافاتها وتقديرها .. فهم يقولون إن نجماً ما يقع على مسافة خمسة عشر سنة ضوئية .. إن الضوء يتحرك بسرعة أكثر من ١٨٦ ألف ميل في الثانية ، وفي سنة واحدة ينتقل الضوء مسافة أقل من ستة تريلليون ميل. ولا يستطيع أحد أن يتخيل طول ستة تريلليون ميل ، ولكن كل إنسان يستطيع أن يتخيل طول السنة . وعندما ننظر إلى أقرب النجوم ، وأكثرها بريقاً في كوكبة « قنطورس » ، فإننا نكون قد رجعنا بنظرنا إلى أربع سنوات سابقة من الزمن .. ولو أننا رأينا هذا النجم ينفجر ، لكنا في الواقع نشهد شيئاً حدث منذ أربع سنوات ، وهو الزمن الذي يستغرقه الضوء للوصول إلينا من هذا النجم . ويمكنك بدون تلسكوب أن ترجع بنظرك إلى الوراء فعلاً مليوناً ونصف مليون سنة . إن أبعد ضوء يمكن رؤيته في السماء بالعين المجردة هو « الحلزون الكبير » في كوكبة « أندروميدا » وهو يبعد عنا مليوناً ونصف مليون سنة ضوئية .



يقيس علماء الفلك المسافة إلى أقرب نجم بمراقبته من نقاط متقابلة على مدار الأرض حول الشمس . وبملاحظة التغير في وضع النجم الظاهر عند النقطتين ، يمكنهم قياس زوايا المثلث الظاهر في الرسم ، ولما كانوا يعرفون المسافة بين أ و ب ، فإنهم يستطيعون حساب المسافة إلى النجم بالهندسة وحساب المثلثات وهما من فروع الرياضيات .

في بداية الكتاب عندما نظرنا إلى السماء من خلال عيون الإنسان القديم ، رأينا النجوم كما لو كانت مثبتة في قبة تحيط بنا . ولاحظنا أن أكثرها لمعاناً يكون أشكالاً يمكن التعرف



عليها .. ونحن الآن نعرف أن « القبة السماوية » و « الكوكبات » ليست إلا أوهاماً ومحض خيال .

لقد رأينا أن أضواء السماء تأتي في الحقيقة من أجسام تتراوح أبعادها بين ربع مليون ميل (القمر) وبين مليوناً ونصف مليون من السنوات الضوئية (حلزون أندروميدا) ، والأمر الثاني الذي نلاحظه هو أن النجوم التي يبدو أنها تشكل « الكوكبات » ليست في العادة قريبة من بعضها البعض على الأطلاق ، بل قد يكون أحدها أبعد عنا عشر مرات من نجم آخر من نفس « الكوكبة » .

لماذا تلمع بعض النجوم أكثر من الأخرى ؟

إن النجوم التي تبدو أكثر بريقاً ليست بالضرورة أكبر من الأخرى ، فبريق النجم يتوقف على ثلاثة أشياء : حجمه ، وبعده ، ونوعه بين النجوم . فبعض النجوم تشع ضوءاً أكثر من نجوم أخرى في نفس حجمها ، وأكثر النجوم بريقاً في سمائنا هو « سيروس » المعروف باسم « الكلب الأكبر » أو « الشعرى اليمانية » ، وهو نجم صغير تصادف أنه قريب نسبياً وهكذا فإن أقرب النجوم لامع نوعاً ما ، غير أن الذي يليه بعداً لا يمكن رؤيته بدون تلسكوب . وكانت النجوم تصنّف في العصور القديمة بالدرجة التي يبدو بها بريقها ، وكان بطليموس يسمي ذلك «جرمها» أو «قدرها»، أو «مرتبتها» ، وقد قسم النجوم إلى ست مجموعات من أكثرها بريقاً (الجرم الأول) إلى أكثرها خفوقاً (الجرم السادس) . وهناك حوالي ٤٠٠٠ نجم بين (الجرمين) الأول والسادس . وما زال هذا الاصطلاح مستخدماً غير أن المقاييس هذبت وتوسعت حتى استطاع علماء الفلك أن يتحدثوا عن جرم قدره ٢١,٣ ، على سبيل المثال .

ومن الأشياء التي تحدد البريق الظاهر لنجم ما ، الكثافة الفعلية لضوئه ، وإنك إذا نظرت إلى قطعة من الحديد وهي تسخن ، فسوف تلاحظ أنها تبدأ أولاً من التوهج بضوء لونه « أحمر داكن » ويزداد تدريجياً ليصبح اللون برتقالياً ثم أصفر وأخيراً أبيض . وألوان النجوم توضح بنفس الطريقة تقريباً ، مدى سخونتها وبالتالي مدى بريقها . والنجوم الحمراء هي أكثر النجوم برودة نسبياً ، أما النجوم الصفراء مثل شمسنا فهي معتدلة السخونة في حين أن النجوم البيضاء ، والبيضاء المشربة بالزرقة هي أكثرها سخونة .

ويبدو أن هذه الألوان ذات صلة أيضاً بحجم النجوم فإن أكثر النجوم لونها أحمر والنجوم ذات الحجم المتوسط صفراء ، في حين أن أصغر النجوم بيضاء أو بيضاء مشربة باللون الأزرق . ومن أطرف الأشياء بالنسبة لهذا التفاوت في الحجم ، أنه ليس هناك خلاف كبير في الكمية الحقيقية للمادة الموجودة في الأحجام المختلفة من النجوم ، فإن المادة أكثر تفككاً وانتشاراً في النجوم الكبيرة ، بينما هي أكثر تركيزاً في النجوم الصغيرة ... وتسعين في المائة من النجوم التي نعرفها لا تقل كتلتها عن عشر كتلة الشمس ، ولا تزيد عن عشرة أمثالها ... غير أن مجـال الأحجام يمتد من « أقزام » لا تكاد تزيد عن حجم الأرض ، إلى عمالقة يمكنها أن تضم النظام الشمسي بأكمله .

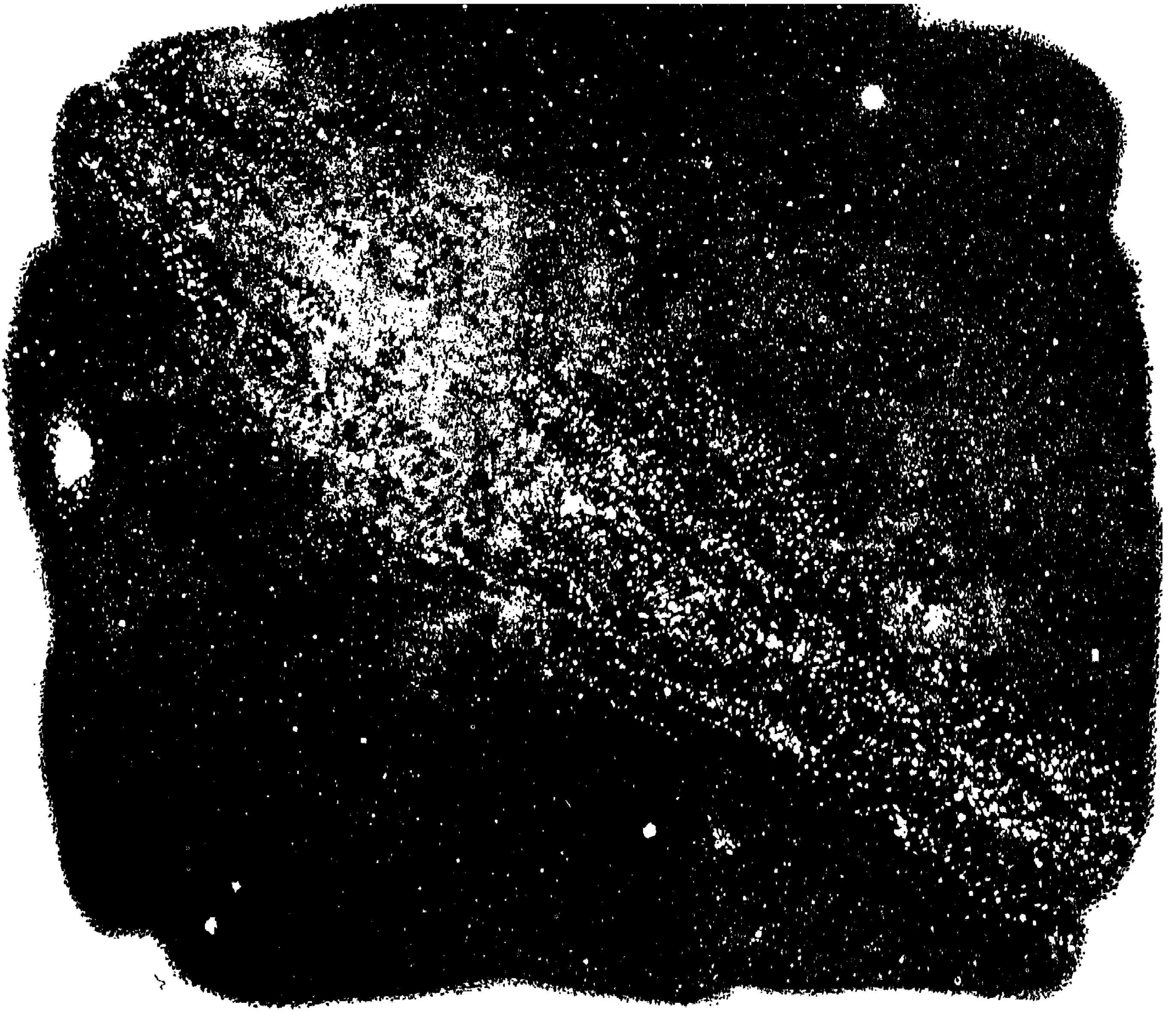
ويبدو أن الأحجام والألوان المختلفة للنجوم يمكن أن تعرض لنا المراحل المختلفة التي مرت بالتطور الكوني ، وهذا هو ما يعتقده علماء الفلك بالضبط ، ومع ذلك فإنهم لم يقرروا بعد ما هي تلك العملية التطورية ، نظراً لأن النجوم ـ فيما يبدو ـ تقع في مجموعات مختلفة عندما يجري تصنيفها وفقاً لخواصها المختلفة .

كيف تكونت النجوم ؟

هناك نظرية تقول إن النجوم تكونت من سحب من الذرات ـ أغلبها هيدروجينية ـ المتناثرة خلال الفضاء . تقول النظرية إنه عندما تجتمع ذرات كافية فإن الجاذبية بينها تجذبها بعضها لبعض فتتقارب أكثر وأكثر فيما بينها حتى تبدأ في تكوين كرة . وكلما تزايد انضغاطها معاً فإن كلاً منها يصطدم بالآخر بشدة إلى حد أنها تنتج المزيد والمزيد من الحرارة حتى تبدأ في نهاية العملية سلسلة التفاعل الذري ، التي تؤدي إلى جعلها تتوهج كالشمس ... وأخيراً فإن النجم وهو يزداد كثافة يصبح مندمجاً وساخناً كالأقزام البيضاء .



المستسعر ، وهو نجم متفجر .



درب التبانة أو الطريق اللبني

عند وصف النظام الشمسي لاحظنا أن كل شيء فيه يتحرك ، وبتحسين وسائل القياس ، اكتشف الناس أن النجوم التي كان يعتقد دائماً أنها ثابتة ، هي الأخرى تتحرك . ولكن هذه الحركة الفعلية للنجوم بالنسبة لبعضها البعض ، يجب ألا يخلط بينها وبين الحركة الظاهرية الناجمة عن دوران الأرض حول محورها . وتبدو لنا الحركة الحقيقية للنجوم متناهية البطء لأنها بعيدة جداً ، والواقع أنها تتحرك بسرعات هائلة ، ولا تستثنى شمسنا من ذلك . إنها تبدو وكأنها تنطلق بسرعة مروعة نحو نقطه ما في كوكبة « هرقل » – التي يسميها العرب « النجم الجاثي على ركبته » – وهي « تحمل » كل الكواكب التابعة لها معها . ترى إلى أين تتجه النجوم ؟ إن كل النجوم التي يمكننا أن نراها كنجوم متفردة مستقلة تتحرك في دوائر ودوائر في « نظام » واحد عملاق يسمى « مجرة » .

ما هو درب التبانة ؟

من موقفنا داخل هذا « النظام ، نرى قلبه في صورة شريط أبيض باهت عبر سمائنا ...

إنه « درب التبانة » المألوف . إن درب التبانة أو « الطريق اللبني » كما يظهره التلسكوب ، يتكون من نجوم متقاربة معاً بحيث تعطي مظهر سحابة لامعة ، وهذا مشهد داخلي لمجرتنا ، أما من مسافة بعيدة خارجها ، فإنها تبدو أشبه بدولاب هواء ملتهب ، كاللعبة المعروفة « بأبي رياح » ، وذلك من إحدى مناطق المشاهدة ، وكقرص منتفخ من الوسط من مشهد جانبي . إن نظامنا الشمسي يقع على مقربة من حافة القرص ، وعندما ننظر إلى درب التبانة في السماء فإننا ننظر نحو مركز القرص ، وبالتالي فإننا نرى نجوماً ، يسير واحدها وراء الآخر إلى أن تندمج معاً .. وفي اتجاه بعيد عن درب التبانة في السماء ، لا نرى غير النجوم التي في الجزء الخاص بنا من القرص بحيث أنها تبدو أكثر تناثراً وفي نطاق واسع .

لقد قدر العلماء أن عدد النجوم في مجرتنا ربما يصل إلى ٢٠٠ بليون نجم ، وقد ظهر لهم أن العدد يجب أن يكون أكثر من ٣٠ بليون . وتبلغ أبعاد المجرة ذاتها ما يتراوح بين ١٠٠ ألف و ٢٠٠ ألف سنة ضوئية في الاتساع ، وما يتراوح بين ١٠ الآلف و٢٠ ألف سنة ضوئية في السمك عند الوسط . وتقع شمسنا على مسافة تتراوح بين ٣٥ ألفاً و٥٠ ألف سنة ضوئية من المركز .



+ عند هذه العلامة تجد موضع نظامنا الشمسي بالنسبة إلى درب التبانة .



منظران لمجرة درب التبانة من خارجها .

إن النظام بأسره ـ كما قلنا ـ في حركة ، حيث تدور كل النجوم حول المركز ، وتقوم شمسنا بدورة واحدة حول المركز في حوالي ٢٥٠ مليون سنة ، وهذا « دوران » إذا راعينا المسافة .

وعندما ننظر إلى درب التبانة في ليلة مظلمة صافية ، نلاحظ أنه يبدو أن هناك شقوقاً وفجوات في شريط الضوء .. ولكنها ليست فتحات بل سحب سوداء من مواد نجم بارد تؤدي إلى اخفاء النجوم فيما وراءها .. ومن هذه المادة نعتقد أن نجوماً جديدة تتكون في النهاية .

المجرات

ماذا يوجد أيضاً في الكون ؟

هل هذه المجرة من النجوم هي كل ما يوجد في الكون ؟ . إننا علمنا أن « جزيرة » درب التبانة ليست إلا واحدة من مجرات لا تحصى مثلها ، وأقربها إلينا « الحلزون الكبير » في كوكبة أندروميدا أو « المرأة المسلسلة » ويمكن مشاهدتها بالعين المجردة . وهي تبدو وكأنها تكاد تكون توأماً لمجرتنا .

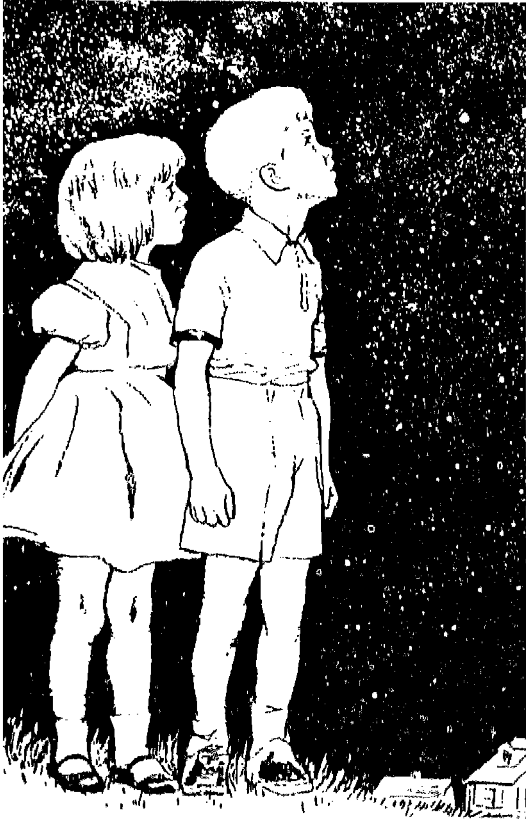
ولكن ليس لكل المجرات تكوين حلزوني ، فبعضها يبدو لا شكل له ، والمفترض أنها عبارة عن مجرات في طور التكوين ، واثنتان من تلك السحب ذات النجوم الصغيرة شديدة اللمعان موجودتان في سماء أقصى جنوب نصف الكرة الأرضية . وكان أول من ذكرها هو الرحالة « ماجلان » وهو يدور حول أمريكا الجنوبية في أول رحلة يقوم بها الإنسان حول العالم ، ولهذا أطلق عليها اسم « سحب ماجيلانية » ، ولمجرات أخرى شكلاً بيضاوياً أبسط من الحلزونات ، والمفترض أنها أقدم وأكثر استقراراً ، كما أن هناك بعض « تجمعات كروية » صغيرة من النجوم خارج مجرتنا مباشرة .

وحتى المجرات ذاتها يبدو أنها تتجمع في أنظمة ، فوراء مجموعتنا التي تضم حوالي خمس عشرة مجرة ، يبدو أن هناك مجموعات أخرى . ويبدو أن واحدة من تلك المجموعات تحتوي على أكثر من ألف مجرة ، ولقد أمكن رؤية أكثر من عشرة الآف مجرة في صورة فوتوغرافية واحدة ، التقطت بالتلسكوب العاكس الذي يبلغ قطره



٢٠٠ بوصة في مرصد (ماونت بالومار) أو« جبل بالومار» في ولاية كاليفورنيا الجنوبية .

وبعد أن تبين لنا أن الكواكب تتحرك في أسلوب محدد ، وأن النجوم تتحرك بدورها بأسلوب خاص في مجراتها ، فإن السؤال الذي يثار بطبيعة الحال هو : هل تتحرك المجرات نفسها معاً في أسلوب ثابت ما خاص بها ؟ إن الرد على ذلك هو من أكثر الأشياء المثيرة للدهشة التي يواجهها العالم : إن المجرات كما تبدو يتطاير كل منها بعيداً عن الآخر بسرعات هائلة ، وسرعاتها تزداد كلما زاد تباعدها عن بعضها بعضاً .



الكون

ماذا يحدث للكون ؟

ماذا يعني هذا ؟

لا أحد يعرف ، ولكن حركة المجرات أسفرت عن أكثر الصور سبراً لغور الخيال البشري ، فهي نتيجة تفكير دقيق عميق للشكل الذي تصوره الإنسان للكون ؟

وتشمل أغلب النظريات رياضيات عليا ، ومنها نظرية أينشتين عن النسبية. ومن ثم فإنه ليس من الممكن أن نشرح هنا كيف تم التوصل إليها ، غير أنها تتخذ ، بصفة عامة ، إحدى وجهتي نظر :

الأولى تسمى « النشوئية » : ويعتقد العلماء ــ الفلاسفة الذين يعتنقون وجهة النظر هذه ــ أن الكون نشأ بانفجار واحد جبار لكرة واحدة من الطاقة ، وأن المجرات التي نشأت نتيجة ذلك الانفجار لا تزال تندفع بقوة نحو الخارج . بل لقد استطاع علماء الرياضيات حساب أن الانفجار وقع في وقت ما يتراوح بين خمسة ملايين وثمانية بلايين سنة مضت . وبعض المفكرين الذين يتفقون مع وجهة النظر هذه يقولون إن الحاضر ليس إلا مرحلة واحدة من عملية متكررة . وانه عند نقطة معينة سوف تنعكس العملية ، وسوف يتقلص الكون مرة أخرى ليصبح كرة واحدة ، لكي تنفجر من جديد ، ويبدو هذا مألوفاً من النظرية التي ناقشناها عن كيفية تكوين النجوم .

أما وجهة النظر الأساسية الأخرى عن الكون ، فتسمى « حالة الاستقرار» أو الكون « المتوازن » ، وترى هذه النظرية أن الكون ليس له بداية ولا نهاية ، وأنه ، كان له دائماً وسيكون له دائماً ، نفس توزيع المادة المكون منها تقريباً .

ولكن مرصداً فلكياً يدور في فلك حول الأرض تحت اسم (oAo2) يحمل أحد عشر تلسكوباً ، أطلق في ٧ ديسمبر عام ١٩٦٨ ، قد جلب لنا معلومات يبدو أنها تثبت نظرية « الانفجار الكبير » أو نظرية الكون « الممتد » ، كما يقول بعض علماء الفلك . ويستطيع هذا المرصد الذي

يزن ٤٤٠٠ رطل ، ويدور حول الأرض على ارتفاع ٤٨٠ ميلاً ، أن يحدد بدقة عظمى الاشعاع الصادر من نجوم كبيرة لا يمكنها أن تجعل اشعاعاتها تخترق الغلاف الجوي للأرض .

هيا بنا نتصيد النجوم

الآن وقد عرفت «كيف» و«لماذا» عن النجوم ، فإنك سوف تريد أن تعرفها بالاسم . إن الطريقة الواضحة لمعرفة «الكوكبات» هي استشارة خريطة لها . وقد طبعت خرائط عن الكوكبات الهامة على الصفحة الأخيرة من هذا الكتاب ، والتعليمات البسيطة المنشورة على الصفحة المواجهة لتلك الصفحة ، تظهر لك كيف تركب الخرائط بحيث تحصل على أكبر فائدة منها في أي مكان وأي زمان .

وعندما تركب الخريطة فإن أحد جوانبها يظهر السماء كما تبدو وأنت تنظر إلى الشمال ، ويظهر الجانب الآخر النجوم إلى الجنوب ، في حين أن الحد المستقيم لكل قطاع من الورق المقوى يمثل الأفق .

وأول شيء ضروري لمعرفة كيف تستخدم الخريطة ـ وهو شيء غريب جداً حقاً ـ هو أن تعود بنفسك في التاريخ عدة قرون ، وتتخيل الكون كما لو كان القدماء يتصورونه .. تخيل السماء كرة جوفاء ، والنجوم مثبتة فيها ، وتخيل أن الكرة تدور حول الأرض عند مركزها .

وما أن نتصور السماء ككرة ، يمكننا أن نحدد مواضع عليها بنفس الوسائل التي نصف بها المواقع على الأرض . لقد شاهد كل إنسان خريطة للأرض على هيئة كرة ، فإذا نظرت إلى إحداها بدقة ، فسوف تلاحظ أن هناك دوائر مرسومة على سطحها ، وبعض هذه الدوائر يمر بالقطبين الشمالي والجنوبي معاً وهذه تسمى «خطوط الزوال» أو «خطوط الطول» أما الدوائر الأخرى فإنها تقطع خطوط الطول هذه عند زوايا قائمة وتحيط بالأرض في خطوط متوازية وهذه تسمى خطوط العرض ، وفي منتصف الطريق بين القطبين يقع خط الاستواء .

ولكل من خطوط الطول وخطوط العرض أرقام وذلك حتى يمكننا أن نصف ونحدد موقع أي بقعة على سطح الأرض بذكر خطوط الطول وخطوط العرض التي تمر عندها .

ويمكننا أن نفعل نفس الشيء في السماء .. فنحن يمكننا أن نتخيل دوائر على الدائرة السماوية بحيث تطابق بالضبط نفس الدوائر التي تخيلنا وجودها على الأرض ، وعلى خريطتك فإن الدوائر هي خطوط العرض ، والخطوط المستقيمة هي خطوط الطول .

وتبدو هذه الدوائر كخطوط مستقيمة لأن الخريطة قد رسمت وكأننا ننظر مباشرة إلى القطبين الشمالي والجنوبي للسماء ، ولو أنك نظرت رأساً من أعلى إلى القطب الشمالي لخريطة كروية للأرض (كرة أرضية) فإن دوائر خطوط الطول سوف تبدو كخطوط مستقيمة تمتد من القطب إلى خط الاستواء ، والدوائر الخارجية لخريطتك إذن تمثل خط الاستواء السماوي .

والآن وقد أصبح عندك فكرة عن «جغرافية» السماء فإنك على استعداد لاستخدام خريطتك .

عندما تعد خريطتك من أجل التاريخ ،

فإنها سوف تظهر السماء كما تبدو حوالي الساعة التاسعة صباحاً (العاشرة صباحاً بتوقيت النهار) فإذا كانت الساعة بعد ذلك، فعليك أن تحركها في اتجاه عكس عقارب الساعة لمسافة درجة واحدة من خطوط الطول لكل ساعة. فإذا كانت الساعة قبل التاسعة صباحاً، حركها في اتجاه عقارب الساعة. وهذا ضروري لأن الدائرة السماوية تدور على محورها، وهي تدور دورة كاملة حول نفسها كل ٢٤ ساعة، ومن ثم فإن عليها في ساعة واحدة أن تتحرك المسافة بين خطين متجاورين من خطوط الطول على الخريطة وهذا الدوران على عكس عقارب الساعة.

كيف تقوم بتركيب خرائط النجوم

١) سوف تحتاج إلى ثلاث قطع من ورق مقوى ثقيل مقاس ٧٥ بوصة مربعة.

ارسم دوائر في الوسط تماماً على إحدى الأوراق (الورقة (أ) في الرسم) وثبت فكي البرجل على فتحة مقدارها ٢ $\frac{٣}{٤}$ بوصة. اقطع هذه الدائرة بموسى حادة مع مراعاة عدم اتلاف طرف الدائرة أو القطعة الباقية. قم بصقل الأطراف بقطعة صنفرة إذا دعا الحال حتى تسمح للدائرة بالدوران بسهولة عندما يعاد وضعها في فتحتها.

٢) اكتب على قطعة أخرى من قطع الورق المقوى كلمة «شمال» (القطعة (ب) في الرسم) وعلى القطعة الثالثة كلمة «جنوب» (القطعة (ج) في الرسم). وفي وسط كل منهما ارسم دائرة نصف قطرها ٢ $\frac{١}{٢}$ بوصة. ارسم خطاً خلال المركز وموازياً لجانبي قطعة الورق المقوى. الآن عليك أن تجد خط العرض لموطنك ... إنه سيحدد حجم الأجزاء المقطوعة في القطعتين (ب) و (ج) وإذا لم تستطع أن تعثر عليه على خريطة فإن مكتب الأرصاد سوف يذكر لك خط عرض المدينة. إن خطوط العرض في الولايات المتحدة تقع بين خط ٢٦ درجة و ٤٥ درجة شمال خط الاستواء، وتقع مصر بين خطي ٢٨ و ٢٢ شمالاً. والآن حول خط عرضك إلى بوصات من أجل خريطتك، وذلك بجعل كل ١٠ درجات عرض تساوي $\frac{١}{٤}$ بوصة. وهكذا فإنك إذا كنت تقيم في مدينة نيويورك التي تقع عند حوالي درجة ٤١ عرضاً فإن مقياسك سوف يكون حوالي بوصة.

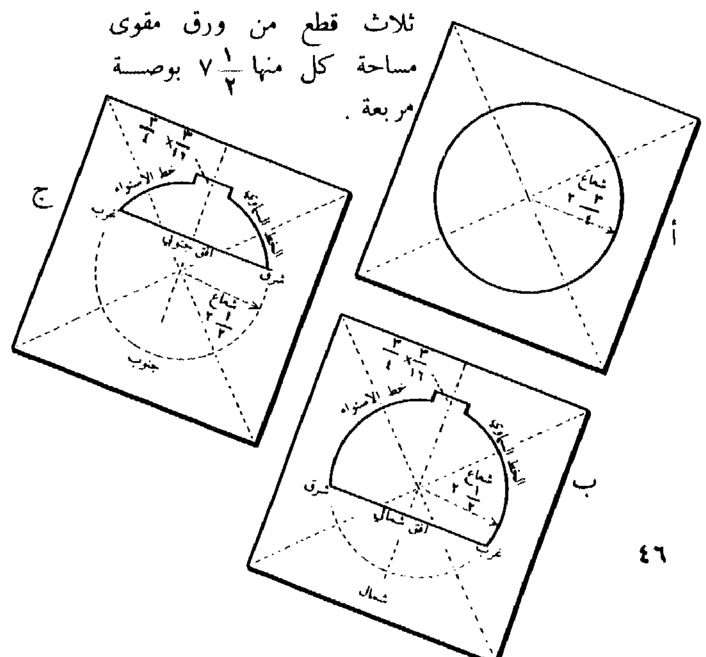
٣) على قطعة الورق المقوى (ب) المكتوب عليها «الشمال»، قس مسافة خط أرضك على طول خط الوسط بادئاً من مركز الدائرة إلى أسفل.

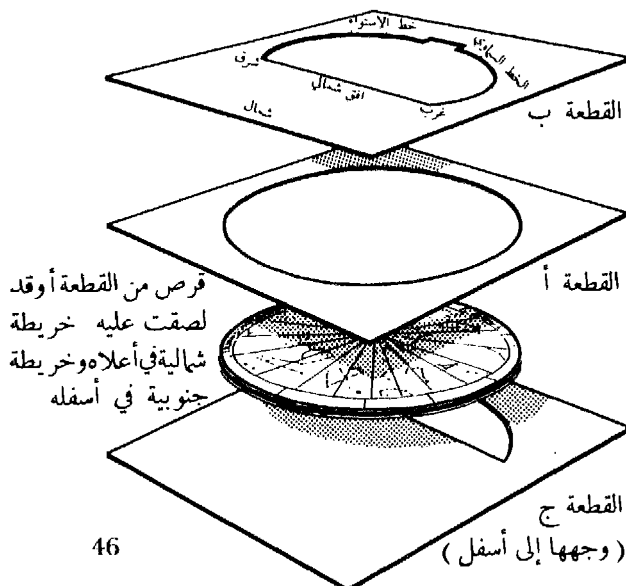
وعند هذه النقطة ارسم خطاً عبر الدائرة بزوايا قائمة على خط الوسط. ثم اقطع كل شيء فوق هذا الخط داخل الدائرة بما في ذلك الجزء الموجود عند القمة كما يظهر في الرسم.

٤) وعلى القطعة المكتوب عليها «جنوب» قس نفس مسافة خط العرض بادئاً من مركز الدائرة إلى أعلى ثم ارسم خطاً بزوايا قائمة وافصل الجزء الصغير الظاهر فوق الخط كما في الرسم.

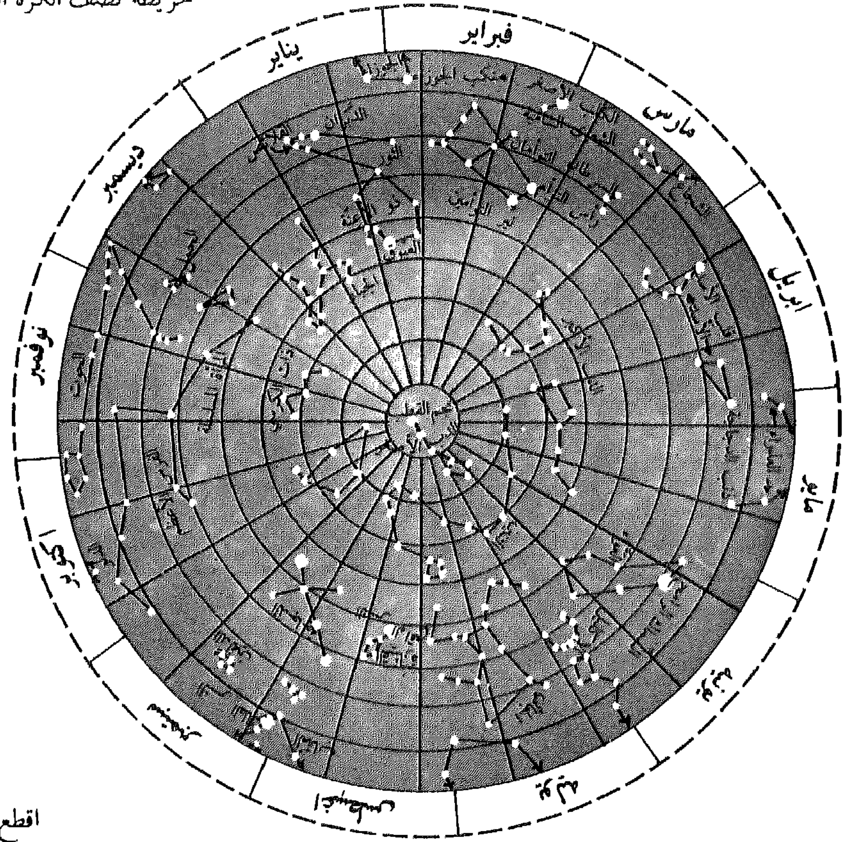
٥) بعد أن تقرأ كل التعليمات وتعرف بوضوح كيف تركب أجزاء الخريطة، قم بفصل خرائط النجوم من الصفحة الأخيرة في الكتاب وقم بلصق إحدى الخرائط على كل جانب من القرص الذي اقتطعته من الورقة (أ) مع مطابقة الشهور بالضبط.

وبعد أن تضع القرص في مكانه من فتحته، ضع القطع الثلاثة الأخرى من الورق المقوى معاً كما هو ظاهر، مع وضع الأجزاء المفصولة من قطعتي ب وج على القمة. وقم بلصق الأطراف معاً، أو الصق القطع الثلاث بالصمغ معاً عند الأطراف، وتأكد أن الدائرة تدور بسهولة. واكتب عنوان الأفق وخط الاستواء السماوي كما هو موضح. التعليمات لاستخدام الخريطة تجدها في الفصل السابق وعنوانه: هيا بنا نتصيد النجوم!

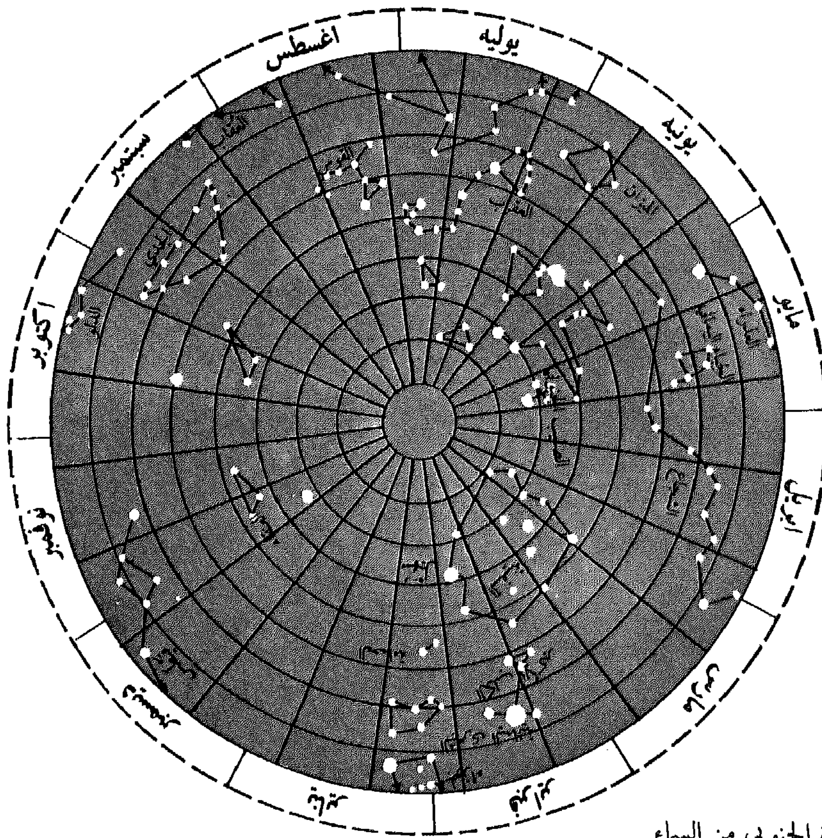




خريطة نصف الكرة الشمالي من السماء



اقطع عند الخطوط المنقطة



خريطة لنصف الكرة الجنوبي من السماء

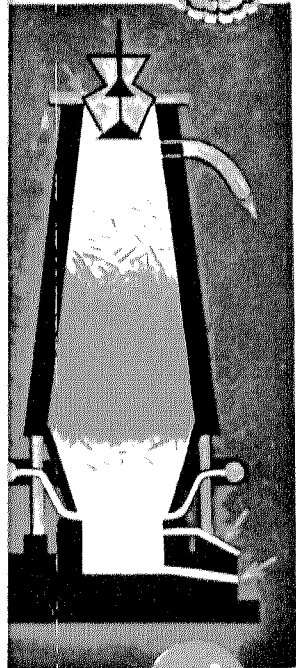
مطابع الشروق
القاهرة :٨ شارع سيبويه المصرى ـ ت:٤٠٢٣٣٩٩ ـ فاكس:٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)
بيروت : ص.ب: ٨٠٦٤ ـ هاتف : ٣١٥٨٥٩ ـ ٨١٧٢١٣ ـ فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)

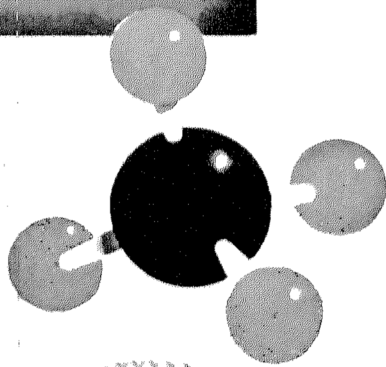




سلسلة كيف ولماذا

إشراف إبراهيم المعلم




© دار الشروق

القاهرة : ٨ شارع سيبويه المصري ـ رابعة العدوية ـ مدينة نصر

ص.ب ٣٣ البانوراما ـ تليفون : ٤٠٢٣٣٩٩ ـ فاكس : ٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)

بيروت . ص.ب : ٨٠٦٤ هاتف : ٣١٥٨٥٩ ـ ٨١٧٢١٣ ـ فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)

